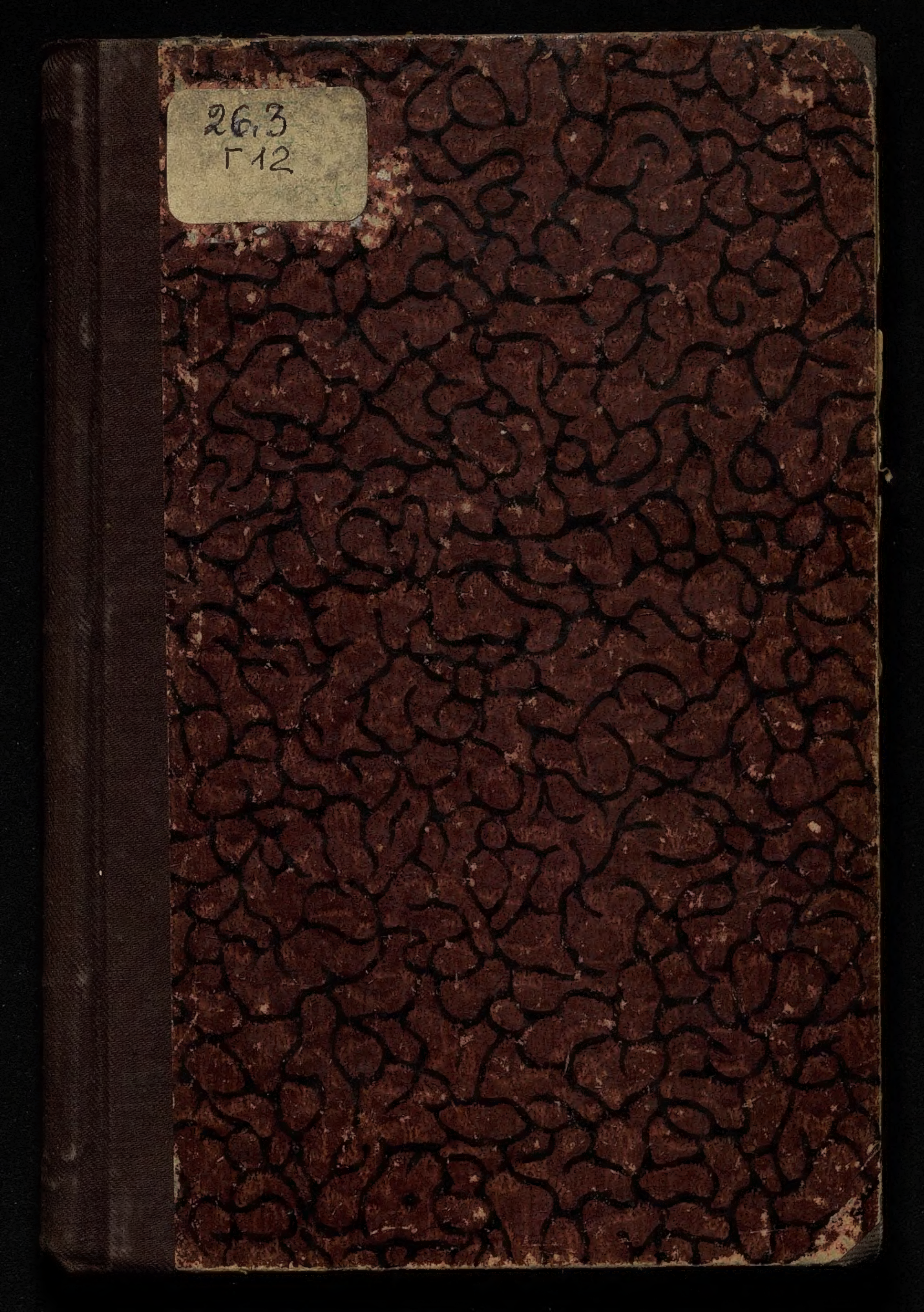


ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА! 48858

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

- -

Е. Гаазе.

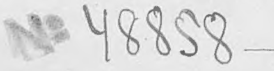
ЗЕМНАЯ КОРА.

ВВЕДЕНІЕ ВЪ ИЗУЧЕНІЕ ГЕОЛОГІИ.

Съ 171 рис. въ текстѣ.

ПЕРЕВОДЪ И ДОПОЛНЕНІЯ
ПРЕПОДАВАТЕЛЯ АЛЕКСАНДРОВСКАГО КОММЕРЧЕСКАГО
УЧИЛИЩА ВЪ МОСКВѢ.

Б. П. Дитмара.



СЪ ПРЕДИСЛОВІЕМЪ МАГИСТР. ГЕОГРАФІИ

С. Г. Григорьева.

МОСКВА
Книгоиздательство „КОСМОСЪ"
1916.

Типо-литографія Т-ва И. Н. КУШНЕРЕВЪ и К⁰. Пименовская ул., с. д.
Москва—1916.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Каждый, преподающій естествознаніе, а тѣмъ болѣе географію въ старшихъ классахъ средней школы, знаетъ, какъ часто обращаются учащіеся съ просьбой дать имъ что-нибудь прочесть по исторіи земли. Столь же часто приходится слышать подобную просьбу вообще и отъ интеллигентныхъ людей, кончившихъ среднюю или даже высшую школу, незнакомыхъ или почти незнакомыхъ съ естествознаніемъ, но желающихъ въ то же время получить элементарныя понятія по исторіи земли. Историческая геологія не входитъ (да, пожалуй, и не должна входить) въ число предметовъ, преподаваемыхъ въ средней школѣ; и тѣмъ не менѣе при преподаваніи географіи, зоологіи, ботаники, минералогіи, особенно въ старшихъ классахъ, постоянно приходится касаться прошлаго нашей планеты, говорить о томъ, что было „раньше", — безъ этого совершенно немыслимо объясненіе многихъ изучаемыхъ въ средней школѣ фактовъ и явленій. А это въ свою очередь будитъ желаніе познакомиться съ исторіей земли, тѣмъ болѣе, что о первыхъ стадіяхъ этой исторіи учащіеся получаютъ представленіе на урокахъ космографіи. Желаніе познакомиться съ происхожденіемъ человѣка, оригинальное геологическое строеніе окружающей мѣстности, встрѣчающіеся въ горныхъ породахъ остатки вымершихъ организмовъ,—вотъ главнѣйшіе поводы, возбуждающіе интересъ къ исторіи земли и въ людяхъ изъ широкой публики.

И въ то же время всякій, къ кому обращались съ упомянутой выше просьбой, знаетъ то затрудненіе, которое испытываешь, желая дать въ руки совершенно неподготовленному читателю по возможности научно, но вмѣстѣ съ тѣмъ до-

ступно написанную книжку: прекрасныя сами по себѣ руководства „Земля“ Линдемана и „Исторія земли“ (II ч.) Неймайра для этой цѣли совершенно не годятся какъ по своимъ размѣрамъ, такъ и по той подготовкѣ, которой онѣ требуютъ отъ читателя; тѣмъ болѣе это можно сказать про университетскій учебникъ геологіи Иностранцева; больше другихъ подходитъ „Настоящее и прошлое земли“ Агафонова, но и эта книга далеко не удовлетворяетъ намѣченной цѣли, — хотя бы уже потому, что представляетъ солидный томъ почти въ 600 стр. убористой печати.

Заполнить указанный пробѣлъ, — дать въ руки неподготовленному читателю небольшую книжку, содержащую въ доступной и по возможности интересной формѣ основныя понятія по исторіи земли,—и составляетъ одну изъ задачъ предлагаемой книги. Но такъ какъ главная цѣль ея—ввести читателя вообще въ кругъ геологическихъ понятій, то и задачи ея гораздо шире — параллельно съ исторіей земли излагаются и основныя понятія по геологіи динамической и ученіе о строеніи и происхожденіи горныхъ породъ (петрографія). То и другое излагается не въ видѣ самостоятельныхъ главъ и отдѣловъ, а въ тѣснѣйшей связи съ данными исторической геологіи: происхожденіе и строеніе горныхъ породъ, тѣ или другія формы рельефа разсматриваются здѣсь, какъ данныя, позволяющія судить о прошломъ того или другого участка земли. А этимъ должна достигаться вторая цѣль книжки—толкнуть читателя на путь самостоятельнаго наблюденія геологическихъ явленій.

У себя на родинѣ книжка Гаазе пользуется широкой и заслуженной извѣстностью. Русскій переводъ ея потребовалъ, конечно, извѣстныхъ измѣненій и дополненій: написанная для германской публики, книга была въ значительной степени построена на примѣрахъ изъ геологіи Германіи, чуждыхъ русскому читателю; пришлось значительную часть этихъ примѣровъ сократить, оставивши только наиболѣе существенные. Съ другой стороны, въ книгѣ почти не было данныхъ по геологіи Россіи, — переводчику пришлось ихъ вставить въ видѣ дополненій и примѣчаній. Въ оригиналѣ книга Гаазе, кромѣ основныхъ понятій по геологіи и петрографіи, содержитъ еще

въ видѣ приложеній рядъ очерковъ, характеризующихъ различныя современныя явленія, интересныя съ геологической точки зрѣнія; нѣкоторыя изъ нихъ, наиболѣе интересные для русскаго читателя, сохранены и въ русскомъ переводѣ.

Насколько предлагаемой книжкѣ удалось выполнить свою задачу, судить, конечно, читателю, но, думается мнѣ, всякому преподавателю географіи и естествознанія фирма „Космосъ", выпуская эту книгу, окажетъ большую услугу.

С. Григорьевъ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ПРИЛОЖЕНІЯ:

Земная кора.

Введенiе.

Когда мы находимся на открытомъ воздухѣ, то видимъ, что почти все покрыто растительностью: луга, лѣса и поля одѣваютъ земную поверхность.

Почва. Большая часть растенiй укрѣпляется въ верхнемъ слоѣ земной коры, почти всегда окрашенномъ въ темные тона отъ бураго до чернаго. Этотъ слой представляетъ рыхлую

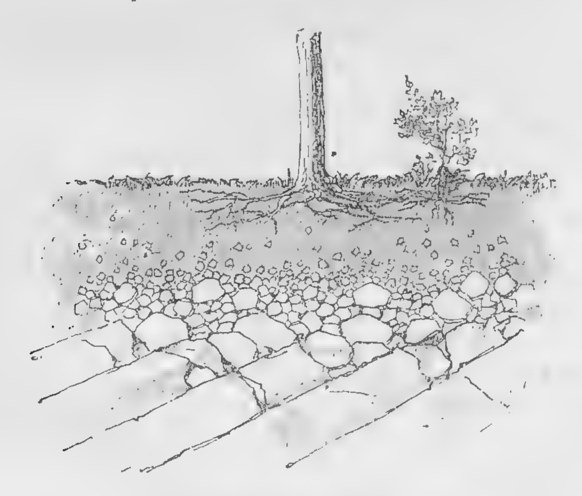


Рис. 1. Разрѣзъ черезъ почву.

землистую массу, которую называютъ почвой. Почва не вездѣ однородна; во многихъ случаяхъ она рыхла и песчаниста, въ другихъ, наоборотъ,—глиниста и вязка; часто въ ней находятся мелкiе камни, щебень и пр.

Всѣмъ этимъ разновидностямъ почвы свойственъ темный цвѣтъ; онъ происходитъ отъ сгнившихъ растеній. Когда осенью деревья и кустарники сбрасываютъ свои листья, то они падаютъ на землю и сгниваютъ; то же самое происходитъ и со всѣми отмирающими растеніями. Изъ сгнившихъ растеній образуется темная, богатая углеродомъ масса, называемая гумусомъ; она весьма различна по своему составу. Хотя гумусъ и придаетъ почвѣ темную окраску, однако, его въ ней заключается незначительное количество, всего отъ 5 до 20 %. Главная масса почвы состоитъ изъ глины и песку, съ преобладаніемъ то глины, то песка; но часто въ почвѣ попадаются маленькіе обломки камней, а иногда и довольно крупные. Эти обломки происходятъ отъ горныхъ породъ, составляющихъ подпочву. Холодъ и жара, вода и вѣтеръ разрушаютъ съ поверхности горную породу, служащую подпочвой, и продукты разрушенія образуютъ почву (рис. 1). Впрочемъ, и глина, и песокъ представляютъ изъ себя продукты разрушенія горныхъ породъ.

Обнаженія. Составъ подпочвы опредѣляется уже отчасти изъ обломковъ камней, встрѣчающихся въ почвѣ. Но ясно видна подпочва только тамъ, гдѣ удаленъ верхній почвенный слой, гдѣ, какъ говорятъ, удаленъ съ горной породы ея покровъ. Такія мѣста называются обнаженіями.

Обнаженія бываютъ естественныя и искусственныя. Быстро текущая послѣ сильныхъ ливней вода образуетъ въ почвѣ большія углубленія (такъ называемыя вымоины), которыя обнажаютъ иногда на большомъ протяженіи глубже лежащія горныя породы. Въ долинахъ рѣкъ, на крутыхъ берегахъ очень часто горныя породы обнажены на сотни и даже тысячи верстъ.

Искусственное обнаженіе производитъ человѣкъ, вырывая глубокія ямы для добыванія глины, песку, бураго каменнаго угля, булыжника, или закладывая каменоломни для добыванія строительнаго матеріала (рис. 2). Иногда каменоломни углубляются въ землю на сотни метровъ, и въ такомъ случаѣ прорѣзываютъ нѣсколько горныхъ породъ. Но еще глубже въ земную кору проникаетъ человѣкъ, закладывая буровыя скважины при отыскиваніи въ нѣдрахъ земли руды или каменнаго угля. Нѣкоторыя изъ буровыхъ скважинъ достигаютъ глубины въ 2000 метровъ и болѣе, напр., Шубинская буровая скважина въ Познани, имѣющая 2115 м. (почти 2 версты) и Чуховская въ Верхней Силезіи—2240 метровъ (свыше 2 верстъ).

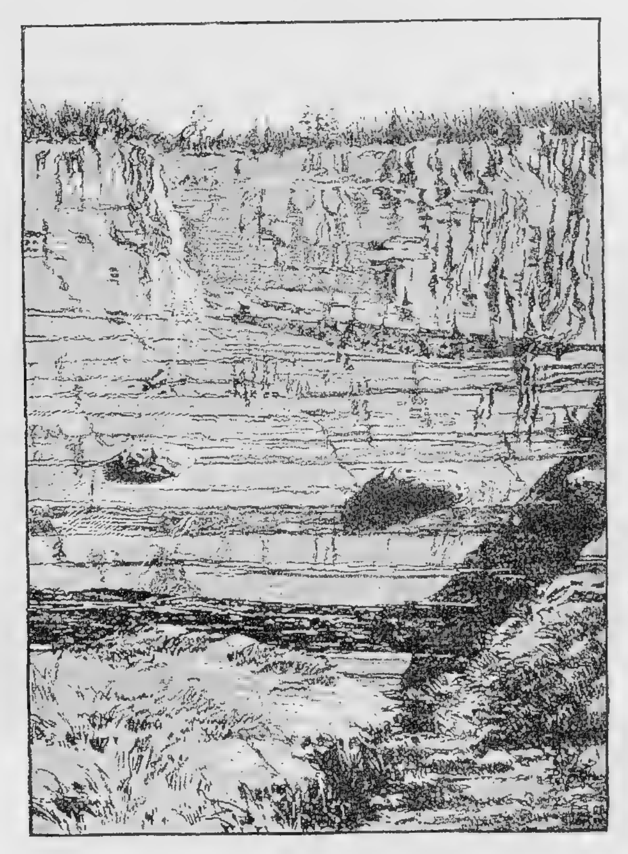


Рис. 2. — Песочная яма у Шпильберга къ сѣверу отъ Галле на Заалѣ.

Горныя породы. Горныя породы, которыя мы видимъ въ обнаженіяхъ, или лежатъ одна надъ другой отдѣльными слоями (рис. 3), или же образуютъ неслоистыя твердыя массы. Поэтому различаютъ *слоистыя* горныя породы и *массивныя*. Песчаникъ, глина, известнякъ — слоистыя горныя породы; гранитъ, базальтъ, порфиръ — массивныя.

Каждая слоистая горная порода въ свою очередь можетъ представлять или систему чрезвычайно тонкихъ слоевъ, или же лежать сплошнымъ толстымъ слоемъ. Общая толщина слоя, т.-е. разстояніе нижней его поверхности отъ верхней, называется *мощностью* этого слоя.

Въ обнаженіяхъ видны вообще только разрѣзы черезъ слой или группу слоевъ. Однако, всегда нужно помнить, что самый

слой представляетъ плоское тѣло, ограниченное сверху и снизу болѣе или менѣе плоскими поверхностями, края же слоя могутъ имѣть очень неправильныя очертанія. Разрѣзы черезъ слои или группы слоевъ называются **профилями**. Профили можно наблюдать или непосредственно въ обнаженіяхъ, или же ихъ можно построить, соединяя въ общую картину наблюденія, произведенныя надъ нѣсколькими обнаженіями. Рис. 4-й представляетъ профиль, полученный изъ наблюденія мѣстно-

Рис. 3. — Слои горныхъ породъ на берегу Гельголанда.

сти, изображенной на рисункѣ 2, а рис. 5-й представляетъ построенный профиль, составленный на основаніи цѣлаго ряда наблюденій надъ склонами долины. Профили отдѣльныхъ горъ или горныхъ цѣпей всегда представляютъ построенные профили.

Образованіе горныхъ породъ. Почва, представляющая въ геологическомъ смыслѣ также горную породу, произошла, какъ мы видѣли, оттого, что продукты разрушенія другихъ горныхъ породъ смѣшались съ продуктами разложенія растеній.

Когда идетъ дождь, то можно наблюдать, какъ образуются маленькіе ручьи дождевой воды, которые вымываютъ борозды въ почвѣ или другихъ рыхлыхъ горныхъ породахъ (въ пескѣ,

глинѣ) и сносятъ самую горную породу. Вода такихъ ручьевъ мутна и илиста отъ увлекаемыхъ частицъ. Въ низкихъ мѣстахъ она собирается въ лужи и откладываетъ принесенный съ собой твердый матеріалъ. Такимъ образомъ на днѣ лужи образуется небольшое отложеніе песка или глины, другими словами говоря, отложеніе новаго покрова горной породы. Или, когда въ сухіе дни дуетъ сильный вѣтеръ, то онъ поднимаетъ облака пыли и откладываетъ ее на другихъ мѣстахъ въ видѣ тонкаго слоя. Пыль состоитъ изъ мельчайшихъ твердыхъ частицъ горныхъ породъ, въ особенности почвы, настолько легкихъ, что даже слабый вѣтеръ можетъ ихъ переносить.

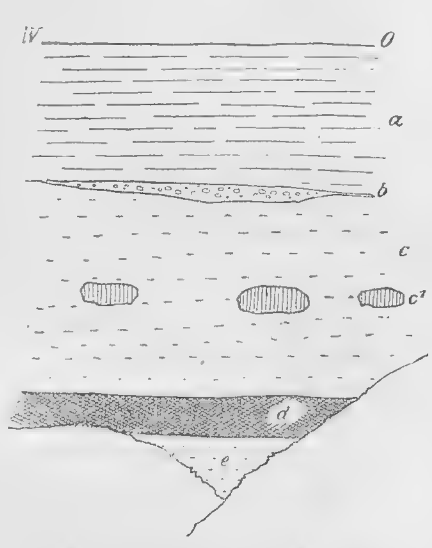
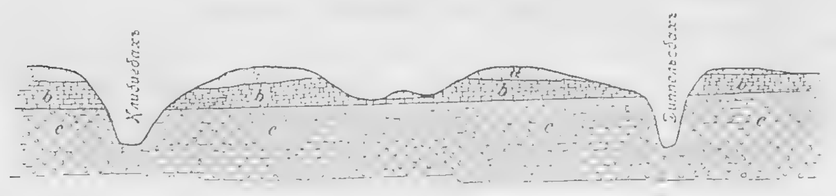


Рис. 4. — Профиль песочной ямы у Шпильберга къ сѣверу отъ Галле (наблюдаемый профиль); a — валунная глина, b — щебень, c — песокъ съ известковыми включеніями при c', d — бурый уголь, e — песокъ (a и b — дилювій, c — e — третичныя отложенія).

Такимъ образомъ вода и вѣтеръ образуютъ изъ существующихъ горныхъ породъ новыя, унося и располагая ихъ поиному.

То, что совершается здѣсь въ маломъ масштабѣ, можетъ совершаться и совершается въ большомъ (переносъ рѣками щебня, песчаныя бури пустынь). Эти процессы совершались на землѣ во всѣ времена.



a- дилювій b- цехштейнъ c- красный лежень

Рис. 5. — Построенный профиль. Поперечный разрѣзъ черезъ двѣ рѣчныя долины къ западу отъ Эйслебена.

Большая часть горныхъ породъ произошла отъ разрушенія и переноса другихъ горныхъ породъ.

Это приводитъ къ вопросу: откуда же происходитъ первоначальная горная порода? Первоначальная горная порода представляетъ собой первичную кору, образовавшуюся при остываніи земного шара, или же она выливается въ огненно-жидкомъ состояніи изъ нѣдръ земли на ея поверхность, гдѣ и застываетъ. Изліянія такія происходятъ изъ „огнедышащихъ“ горъ, или вулкановъ. Здѣсь изъ глубины на земную поверхность выступаютъ новыя массы и затвердѣваютъ въ массивную горную породу. Впослѣдствіи онѣ подвергаются разрушительному дѣйствію холода и жара, воды и вѣтра и преобразуются въ совершенно новыя горныя породы другого состава.

Организмы и горныя породы. Организмы также могутъ образовывать горныя породы, напр., известнякъ, который образуется изъ известковыхъ раковинъ моллюсковъ и т. д. При этомъ иногда сохраняются остатки животныхъ или растеній. Если, напр., умираетъ виноградная улитка, то тѣло животнаго истлѣваетъ, раковина же въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ попасть въ почву такъ, что остается въ сохранности. Также и кости мертвыхъ животныхъ, зубы и пр. лежатъ въ почвѣ и долго сохраняются въ ней.

Подобные остатки животныхъ находятся и во многихъ болѣе древнихъ горныхъ породахъ. Ихъ называютъ окаменѣлостями или ископаемыми остатками организмовъ. Въ ископаемомъ видѣ вообще сохраняются только твердыя части организма; животныя, которыя не имѣютъ твердыхъ частей, не даютъ никакихъ ископаемыхъ остатковъ. Но и отъ нихъ могутъ сохраниться слѣды, напр., ходы червей въ землѣ, если они заполняются иломъ или пескомъ, который потомъ затвердѣваетъ.

Возрастъ горныхъ породъ. Возрастъ горныхъ породъ нельзя опредѣлять годами. Можно узнать только относительный возрастъ горной породы изъ положенія ея среди другихъ. Напр., почва произошла изъ лежащей подъ ней какой-нибудь горной породы. Слѣдовательно, эта нижележащая горная порода должна была существовать прежде, чѣмъ могла образоваться почва, т.-е. почва моложе этой горной породы. Вообще, если вновь образуется горная порода, то подстилающая ее порода должна уже существовать. Изъ двухъ слоевъ горныхъ породъ верхній моложе нижняго.

На основаніи этого точно установили послѣдовательность во времени образованія горныхъ породъ, и есть возможность указать относительный ихъ возрастъ. Правда, годами опре-

дѣлить время образованія опредѣленнаго слоя нельзя будетъ до тѣхъ поръ, пока не удастся опредѣлить, какъ долго продолжается въ настоящее время образованіе горныхъ породъ. Установить это въ особенности трудно потому, что разныя отложенія требуютъ для своего образованія различныхъ промежутковъ времени; при изверженіи Везувія въ немного дней были насыпаны слои пепла, мощностью въ нѣсколько метровъ, въ то время, какъ многія глубоководныя образованія нарастаютъ въ цѣлыя тысячелѣтія всего на нѣсколько миллиметровъ.

Формація. Періодъ. Основываясь на точныхъ изслѣдованіяхъ всѣхъ доступныхъ обнаженій, удалось установить для обширныхъ областей послѣдовательность во времени образованія различныхъ слоевъ земной коры. Правда, не всегда бываетъ легко узнать одинъ и тотъ же слой горной породы въ обнаженіяхъ, отстоящихъ далеко другъ отъ друга, напр., установить, принадлежитъ ли известнякъ одной каменоломни къ такому же слою известняка другой каменоломни? Геологъ въ такомъ случаѣ былъ бы въ безпомощномъ состояніи, если бы не имѣлъ вѣрнаго путеводителя въ видѣ окаменѣлостей. Именно, многія окаменѣлости встрѣчаются только въ опредѣленныхъ слояхъ, такъ что по нимъ всегда можно легко и безошибочно узнать соотвѣтствующій слой. Такія окаменѣлости называются *руководящими* для даннаго слоя. Окаменѣлости измѣняются по слоямъ. Многія изъ окаменѣлостей встрѣчаются въ большомъ рядѣ слоевъ, другія же ограничиваются однимъ или нѣсколькими слоями.

Однако, несмотря на такую смѣну окаменѣлостей, въ большей группѣ слоевъ проявляется извѣстное соотвѣтствіе, извѣстное сходство въ ископаемыхъ. Это сходство указываетъ на то, что въ то время, когда образовывалась извѣстная группа слоевъ, господствовали одинаковыя условія, и животный, и растительный міръ обладалъ нѣкоторымъ общимъ характеромъ. Поэтому время образованія земной коры подраздѣлили на отдѣльные *періоды* и группу слоевъ, отложившихся въ теченіе такого періода, называютъ *формаціей*.

Такъ, въ исторіи земли есть, напр., періодъ, который называется тріасовымъ; горныя породы, возникшія въ теченіе этого періода, всѣ вмѣстѣ взятыя, образуютъ тріасовую формацію. Итакъ, если о какой-нибудь горной породѣ мы знаемъ, что она принадлежитъ къ такой-то формаціи, то въ то же время мы знаемъ и ея относительный возрастъ. Если, напр., мы знаемъ, что слой известняка принадлежитъ къ тріасовой

формаціи, то ясно, что время образованія этой формаціи падаетъ на „средневѣковье" въ исторіи земли; ясно также, что она моложе каменнаго угля, но старше бураго. Опредѣлить ихъ возрастъ годами, какъ мы уже говорили, невозможно, но несомнѣнно, что каждый періодъ обнимаетъ много тысячелѣтій, что отъ начала образованія земной коры до настоящаго времени протекъ неизмѣримо громадный промежутокъ времени.

Гораздо лучше продолжительности періодовъ мы знаемъ обстоятельства, при которыхъ образовались слои, потому что процессы образованія новыхъ горныхъ породъ, совершавшіеся за цѣлыя тысячи лѣтъ тому назадъ, въ существенныхъ чертахъ не отличаются отъ современныхъ процессовъ, а ископаемыя даютъ намъ вѣрныя, хотя и неполныя свѣдѣнія о жизни растеній и животныхъ давнопрошедшихъ временъ.

Формаціи называются слѣдующимъ образомъ (если идти отъ древнѣйшихъ къ новѣйшимъ:

1. Архейская формація (азой).
2. Кэмбрійская „ } (Палеозой).
3. Силурійская „ }
4. Девонская „ }
5. Карбонъ или каменноугольная формація. }
6. Діасъ или пермская „ }
7. Тріасовая формація } (Мезозой).
8. Юрская „ }
9. Мѣловая „ }
10. Третичная „ } (Кайнозой).
11. Дилювіальная „ }

Формаціи въ свою очередь соединяются въ группы.

1. Азой (греч. а = безъ, zoon = животное). Не извѣстно никакихъ остатковъ животныхъ. Сюда принадлежитъ только архейская формація (archaios = весьма древній).

2. Палеозой (palaios = древній). Характеръ окаменѣлостей указываетъ на очень древній органическій міръ. Сюда принадлежатъ: кэмбрій, силуръ, девонъ, карбонъ, діасъ.

3. Мезозой (mesos = средній). Характеръ окаменѣлостей указываетъ на органическій міръ, который еще полонъ чуждыхъ современному міру формъ, но который стоитъ уже ближе къ современному, чѣмъ предыдущій. Сюда относятся: тріасъ, юра и мѣлъ.

4. Кайнозой (kainos = новый). Характеръ окаменѣлостей указываетъ, что органическій міръ весьма близко стоитъ къ современному. Сюда принадлежатъ: третичная формація и дилювій.

I. Архейская формація.

Древнѣйшія горныя породы, извѣстныя намъ, значительно отличаются отъ всѣхъ позднѣе образовавшихся. Онѣ называются кристаллическими сланцами. Эти сланцы образуютъ **архейскую формацію** (archaios=древній, первичный). Кристаллическіе сланцы занимаютъ значительныя пространства на сѣверо-западѣ и сѣверѣ Европы (Шотландія, Скандинавія, Финляндія), но являются также и на югѣ Россіи, въ Богеміи (рис. 6), Шварцвальдѣ и Вогезахъ. Какія изъ встрѣчающихся тамъ горныхъ породъ дѣйствительно принадлежатъ къ архейской формаціи,—еще спорный вопросъ; о нѣкоторыхъ же изъ нихъ уже извѣстно, что онѣ болѣе юнаго возраста.

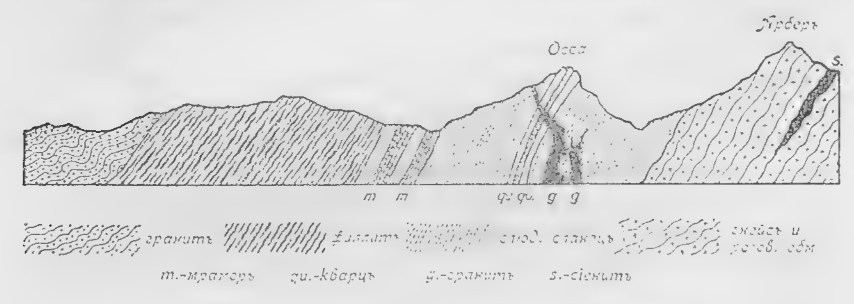


Рис. 6. — Профиль Богемскаго лѣса (по Фраасу).

Въ своихъ самыхъ глубокихъ частяхъ кристаллическіе сланцы образованы гнейсами, на которыхъ лежитъ слюдяной сланецъ, а еще выше филлитовый и глинистый сланцы. Въ этихъ горныхъ породахъ залегаютъ большія массы чисто-массивныхъ горныхъ породъ—гранита.

Гранитъ представляетъ зернистую горную породу, состоящую изъ отдѣльныхъ минеральныхъ зеренъ, которыя, не будучи ничѣмъ сцементированы, тѣсно примыкаютъ другъ къ другу. Отъ такого строенія эта горная порода и получила свое названіе (granum=зерно). Зерна, изъ которыхъ состоитъ гранитъ, большею частью средней величины, т.-е. они немного превышаютъ величину горошины и не бываютъ меньше проса. Граниты, однако, встрѣчаются и мелкозернистые, и крупнозернистые; нѣкоторые даже называются „гигантскими“ вслѣдствіе крупной величины зеренъ.

Минералы, входящіе въ составъ гранита, суть: кварцъ, по-

левой шпатъ и слюда (или роговая обманка). Въ кускѣ гранита легко различить эти три минерала. Легче всего узнать слюду по ея формѣ листочковъ, сильному блеску и обыкновенно темному цвѣту, такъ какъ чаще всего встрѣчается черная магнезіальная слюда (такъ зав. біотитъ); однако во многихъ гранитахъ находится сребристо-бѣлая калійная слюда (такъ наз. мусковитъ), а иногда оба вида слюды попадаются вмѣстѣ.

Полевой шпатъ имѣетъ бѣлую, сѣрую или красноватую окраску. На поверхности излома гранита онъ представляетъ плоскія поверхности; это происходитъ отъ того, что зерна полевого шпата легко раскалываются по двумъ направленіямъ и поэтому, когда разламываютъ гранитъ, то полевой шпатъ обыкновенно раскалывается въ одномъ изъ этихъ направленій. Плоскости излома имѣютъ нѣжный блескъ (перламутровый). На нѣкоторыхъ плоскостяхъ при тщательномъ наблюденіи можно замѣтить тонкія параллельныя линіи. Въ гранитѣ встрѣчается два вида полевого шпата: ортоклазъ, или калійный полевой шпатъ, и плагіоклазъ, или известково-натровый полевой шпатъ; исчерченныя поверхности принадлежатъ плагіоклазу. Плагіоклазъ обыкновенно встрѣчается въ гранитѣ въ меньшей массѣ, чѣмъ ортоклазъ.

Кварцъ образуетъ непрозрачныя сѣрыя зерна, всегда кругловатой формы. Если разломать такое зерно, то оно никогда не покажетъ плоской поверхности излома, а всегда раковистую. Кварцъ, кромѣ того, легко узнать по его своеобразному „жирному“ блеску (какой имѣютъ предметы, натертые сверху жиромъ).

Во многихъ гранитахъ слюда замѣняется зеленовато-черной роговой обманкой, которая также имѣетъ плоскія поверхности излома, какъ слюда, но далеко не такъ совершенно раскалывается по плоскостямъ, какъ она; роговая обманка обладаетъ болѣе нѣжнымъ блескомъ. Въ гранитахъ весьма часто встрѣчаются угловатыя черныя зернышки магнетита. Иногда въ гранитахъ мѣстами попадаются шести- или трехгранныя блестящія иглы турмалина. Турмалинъ представляетъ собою борный силикатъ, т.-е. соединеніе, содержащее наряду съ кремневой кислотой также и борную. Часто иглы турмалина расположены лучами, идущими по радіусамъ („турмалиновыя солнца“). Турмалины встрѣчаются или ближе къ поверхности гранитныхъ массъ, или внутри ихъ, въ такъ называемыхъ „шлирахъ“, т.-е. образованіяхъ въ видѣ турмалинсодержа-

щихъ прожилокъ и желваковъ, незамѣтно переходящихъ въ общую массу гранита.

Въ нѣкоторыхъ гранитахъ полевой шпатъ и кварцъ являются сросшимися другъ съ другомъ: въ массѣ полевого шпата какъ бы внѣдрены вытянутые, параллельно расположенные кристаллы кварца. Если провести разрѣзъ черезъ гранитъ такъ, чтобы онъ былъ перпендикуляренъ къ продольнымъ осямъ кристалловъ кварца, то поверхность полевого шпата является покрытой какъ бы еврейскими письменами, вслѣдствіе чего такой гранитъ называется „письменнымъ гранитомъ“.

Гранитныя массы образуютъ „штоки“ и „жилы“. Подъ штоками разумѣютъ неправильной формы, но въ общемъ кругловатыя массы горной породы, залегающія среди другихъ; если штоки очень велики, то ихъ называютъ „массивами“. Жилами называются трещины въ породахъ, выполненныя другими горными породами; жилы бываютъ различной толщины; онѣ прорѣзываютъ горныя породы или поперекъ напластованію, или косо.

Для большихъ гранитныхъ массъ характерны два явленія: окраинныя образованія и контакты.

а. Окраинныя образованія. Если у гранитнаго массива наружная поверхность вполнѣ сохранилась, то можно видѣть, что тамъ гранитъ является тонко-зернистымъ, часто настолько тонко-зернистымъ, что простымъ глазомъ уже нельзя отличить отдѣльныхъ минераловъ. Эту „окраинную“ полосу называютъ „зальбандомъ“.

Въ зальбандѣ иногда встрѣчаются опредѣленные минералы, напр., турмалинъ, такъ что горная порода въ такихъ мѣстахъ можетъ имѣть совершенно иной характеръ.

b. Контакты. Горныя породы, прорѣзанныя гранитомъ, въ мѣстахъ соприкосновенія съ нимъ являются совершенно измѣненными. Напр., тамъ, гдѣ глинистый сланецъ соприкасается съ гранитомъ, онъ пережженъ въ очень твердую горную породу, въ роговиковый сланецъ.

Иногда на поверхности сланцевъ видны маленькіе узелки (узловатый сланецъ), иногда встрѣчаются черныя, величиной съ хлѣбное зерно вкрапленія (плодовый сланецъ), которыя нерѣдко достигаютъ величины нѣсколькихъ сантиметровъ.

Если въ контактѣ находится известнякъ, то онъ обычно перекристаллизованъ и превращенъ въ мраморъ; въ этомъ случаѣ известнякъ состоитъ изъ мелкихъ кристаллическихъ зернышекъ и имѣетъ чисто бѣлый цвѣтъ, такъ что съ виду напоминаетъ сахаръ-рафинадъ.

Въ контактовыхъ горныхъ породахъ иногда встрѣчаются особые минералы, напр., топазъ. Топазъ—блѣдно-желтый, блестящій минералъ, обладающій стекляннымъ блескомъ и причисляемый къ драгоцѣннымъ камнямъ. Онъ представляетъ фтористый силикатъ алюминія, другими словами говоря, онъ содержитъ на ряду съ кремневой кислотой и фтористо-водородную.

Контакты окружаютъ гранитовые штоки на большое разстояніе, постепенно переходя въ нормальныя горныя породы, напр., глинистый сланецъ, известнякъ и пр.

Явленія, наблюдаемыя въ контактовыхъ породахъ, т.-е. породахъ, въ данномъ случаѣ прорѣзанныхъ гранитомъ, приводятъ къ опредѣленнымъ заключеніямъ о происхожденіи гранита. Въ мѣстахъ соприкосновенія съ гранитомъ горныя породы являются измѣненными; по этимъ измѣненіямъ, происшедшимъ въ породахъ, можно заключить, что онѣ подвергались дѣйствію сильнаго жара. Изъ гранитовой структуры также можно заключить, что гранитъ образовался изъ расплавленной массы. Поэтому полагаютъ слѣдующее:

Гранитъ вытекъ изъ нѣдръ земли въ видѣ огненно-жидкой массы — магмы. Но эта расплавленная масса не была въ состояніи вполнѣ прорвать покрывающія ее горныя породы. Она приподняла ихъ на нѣкоторую высоту въ видѣ сводовъ и внѣдрилась между слоями; при этомъ расплавленная масса заполнила всѣ пустоты, которыя образовались при поднятіи горныхъ породъ. Недостигшая поверхности земли магма затвердѣла въ глубинѣ. Гранитъ, такимъ образомъ, является глубинной горной породой.

Такъ какъ еще горячая магма испытывала громадное давленіе отъ лежащихъ надъ нею горныхъ породъ, вслѣдствіе чего не могла излучить свою теплоту въ воздухъ, то она остывала очень медленно. Слѣдствіемъ медленнаго охлажденія является зернистая структура, потому что изъ расплавленной массы отдѣльные минералы могли выдѣляться только постепенно. Однако, въ окраинной зонѣ остываніе происходило быстрѣе; поэтому выдѣленные здѣсь кристаллы остались мелкими (зальбандъ).

Выдѣленіе главныхъ составныхъ частей совершалось не одновременно, но въ опредѣленно послѣдовательномъ порядкѣ. Это вытекаетъ изъ различной плавкости минераловъ. Когда, напр., магма остыла до 1200°— 1100°, то изъ нея выдѣлились слюда и роговая обманка. Эти составныя части

затвердѣли, а полевой шпатъ и кварцъ еще оставались расплавленными. При 1100°—1000° выдѣлился полевой шпатъ, а кремнекислота, оставшаяся послѣ образованія силикатовъ, затвердѣла въ видѣ кварца только при 900°.

Слѣдовательно, получается такая послѣдовательность:

a) темныя составныя части гранита (слюда, роговая обманка),
b) свѣтлыя составныя части (полевой шпатъ),
c) кварцъ.

Когда выдѣлялась слюда (роговая обманка), то магма въ большей части своей была жидкая, слѣдовательно, пластинки слюды (кристаллы роговой обманки) могли формироваться сравнительно безпрепятственно. Кристаллы же полевого шпата при разрастаніи сталкивались и мѣшали другъ другу въ своемъ ростѣ, т.-е. образовались не развитые во всѣхъ направленіяхъ правильные кристаллы, а только зерна кристалловъ. Для незатвердѣвшей еще кремнекислоты оставались только пустоты, не заполненныя другими минералами. Образовались, такимъ образомъ, не кристаллы кварца, а только угловатыя или округленныя зерна его, форма которыхъ вполнѣ зависѣла отъ формы пустотъ. Кромѣ того, въ этихъ пустотахъ находились остатки газовъ, которые не могли выдѣлиться изъ магмы (водяные пары, углекислота и т. д.). Эти газы въ видѣ безчисленнаго множества микроскопическихъ пузырьковъ остались включенными въ затвердѣвающій кварцъ, вслѣдствіе чего кварцъ въ гранитѣ не является прозрачнымъ какъ вода, какъ, напр., въ горномъ хрусталѣ, а всегда кажется мутнымъ и сѣрымъ.

Магматическіе газы, которые большею частью улетучились бы, если бы магма затвердѣвала на воздухѣ, были задержаны покрывающими горными породами. Они собрались частью у поверхности магмы, частью проникли въ сосѣднія горныя породы и вызвали тамъ образованіе особыхъ минераловъ, напр., турмалина (борная кислота) и топаза (фтористо-водородная кислота).

Жаръ и выходящіе наружу газы вызвали нѣкоторыя измѣненія: однѣ горныя породы были обожжены, другія перекристаллизованы, въ нѣкоторыхъ образовались различныя выдѣленія; въ иныхъ мѣстахъ было вызвано новообразованіе минераловъ. Такія измѣненія въ горныхъ породахъ называются *контактовыми явленіями*. Лучше всего они выражены въ ближайшихъ къ граниту участкахъ горной породы.

Во время затвердѣнія выработалось своеобразное выдѣленіе гранита. При увеличивающемся охлажденіи гранитъ все болѣе и болѣе сжимался, отчего внутри его образовалось много трещинъ. Эти трещины частью микроскопически малы (капиллярныя трещины), частью представляютъ видимые разрѣзы и расщелины. Трещины идутъ отчасти параллельно поверхности гранитной массы, отчасти же перпендикулярно къ ней. Этими трещинами гранитъ разбивается на отдѣльныя пластины, или на имѣющіе видъ параллелепипеда куски. Тогда говорятъ о плитняковыхъ или параллелепипедальныхъ отдѣльностяхъ.

Вывѣтриваніе.

Въ вывѣтриваніи гранита, какъ вообще въ вывѣтриваніи всѣхъ горныхъ породъ, участвуютъ слѣдующія силы: инсоляція (нагрѣваніе солнцемъ), морозъ и вода. Вода дѣйствуетъ двояко: она измѣняетъ химическій составъ горной породы и, кромѣ того, дѣйствуетъ механически, разрушающимъ образомъ. Отъ солнечнаго нагрѣванія кристаллическія зерна гранита расширяются. Расширеніе у различныхъ минераловъ различно. Темныя составныя части (слюда, роговая обманка) расширяются сильнѣе, чѣмъ свѣтлыя. При ночномъ охлажденіи зерна кристалловъ опять сжимаются и притомъ опять-таки темныя сильнѣе, чѣмъ свѣтлыя. Въ силу расширенія зерна кристалловъ оказываютъ другъ на друга сильное давленіе, а при сжатіи какъ бы стремятся оторваться другъ отъ друга, въ результатѣ чего горная порода разрыхляется поскольку солнечная теплота можетъ въ нее проникнуть.

Однако при этомъ не слѣдуетъ упускать изъ виду слѣдующаго: у насъ солнечная теплота дѣйствуетъ только въ слабой степени, потому что (лѣтомъ) разница между температурой дня и ночи невелика. Иное дѣло подъ тропиками, гдѣ разница между ночной и дневной температурой гораздо больше и, слѣдовательно, вызванное этимъ разрушеніе горныхъ породъ значительно сильнѣе. Мы еще будемъ имѣть случай познакомиться съ дѣйствіемъ инсоляціи. Болѣе важнымъ разрушителемъ у насъ, въ среднихъ широтахъ, является морозъ. По тонкимъ трещинкамъ, которыя повсюду пронизываютъ гранитъ и которыя образовались еще при его затвердѣніи, а позднѣе вслѣдствіе инсоляціи,—дождевая и талая вода глубоко проникаетъ въ горную породу. Если затѣмъ наступаетъ морозъ, то вода замерзаетъ. Расширяясь, какъ извѣстно, при замерзаніи, она разрываетъ

горную породу. Сначала трещинки расширяются, углубляются и постепенно горная порода распадается на куски.

Вода, просачивающаяся въ горную породу, уже сама по себѣ дѣйствуетъ разрушающимъ образомъ, помимо замерзанія. Именно, вода всегда заключаетъ въ себѣ нѣкоторое количество поглощенныхъ изъ атмосферы кислорода и углекислоты. Эти газы дѣйствуютъ химически на многіе минералы. Полевой шпатъ разлагается кислотами на каолинъ (фарфоровая глина), причемъ изъ него вымываются щелочи и известнякъ. Такимъ образомъ твердый минералъ превращается въ мягкій, землистый.

Рис. 7. — Матрасовидныя отдѣльности и глыбовое море на вершинѣ Шнееберга въ Фихтелѣ.

Желѣзо, содержащееся въ слюдѣ, растворяется и отлагается на трещинахъ горной породы въ видѣ бураго цвѣта водной окиси желѣза. Отсюда происходитъ ржаво-бурый цвѣтъ вывѣтривающагося гранита. Только кварцъ остается неизмѣннымъ.

Раскрошенныя части гранита уносятся водой. Дождевые потоки вымываютъ изъ породы мягкій каолинъ, такъ какъ смыть его очень легко. Твердыя крупинки горной породы также смываются водой. Такъ поверхность породы обнажается для новаго воздѣйствія на нее атмосферныхъ агентовъ.

Изъ трещинъ вода вымываетъ мелкій щебень; трещины увеличиваются и даютъ все большій и большій доступъ водѣ для новой разрушительной работы. Временные дождевые потоки

сносятъ гранитный щебень въ постоянные горные ручьи, которые его переносятъ дальше. Какъ совершается такой переносъ, будетъ изложено ниже. Здѣсь важно лишь указать, какъ текучая вода содѣйствуетъ разрушенію гранита.

На вершинахъ гранитныхъ утесовъ благодаря вывѣтриванію получаются удивительныя образованія, такъ называемые „мѣшки съ шерстью", „матрацы" и „моря глыбъ" (рис. 7). Ихъ возникновеніе происходитъ слѣдующимъ образомъ. Трещинами гранитъ раздѣляется на большіе куски, имѣющіе форму параллелепипедовъ. Трещины постоянно расширяются отъ вывѣтри-

Рис. 8. — „Мышеловка" въ долинѣ Окера.

ванія. Поэтому расщепленность выступаетъ ясно только у вывѣтрившагося гранита. Надъ отдѣльными плитами неустанно работаютъ разрушительныя силы. Сначала жертвою ихъ дѣлаются грани и углы, но въ концѣ концовъ получаются совершенно закругленныя глыбы, упомянутые выше „мѣшки съ шерстью" или „матрацы", если глыбы плоски и длинны. Часто глыбы совершенно отдѣляются другъ отъ друга, безпорядочно нагромождаются другъ на друга, и получается „море глыбъ". Подобныя же образованія можно встрѣтить въ Луизенбургѣ въ Фихтелѣ, въ долинѣ Окера въ Гарцѣ *) (рис. 8).

*) Къ числу подобныхъ образованій принадлежатъ „палатки" Урала, представляющія матрацевидныя отдѣльности, рѣзко выдѣляющіяся своей свѣтлой вывѣтрившейся поверхностью на фонѣ зеленаго лѣса. *Прим. пер.*

Гранитъ и другія массивныя породы употребляются какъ строительный матеріалъ и, кромѣ того, служатъ для мощенія улицъ.

Для того, чтобы добыть этотъ матеріалъ, закладываютъ каменоломни. Для этой цѣли обнажаютъ горную породу, удаляя покрывающія ее другія породы. Самые же камни отдѣляютъ отъ общей массы при помощи динамита или пороха. Это дѣлаютъ такъ: одинъ рабочій держитъ сверло, т.-е. длинную желѣзную шпангу, имѣющую внизу форму долота, а другой ударяетъ по сверлу тяжелымъ молотомъ, вгоняя его въ гранитъ; передъ каждымъ ударомъ сверло немного поворачиваютъ, чтобы получилось круглое углубленіе. Когда такое углубленіе достигнетъ нѣсколькихъ метровъ, то въ него закладывается порохъ или динамитъ, который воспламеняется при помощи длиннаго зажигательнаго шнура. Отъ взрыва одни куски отрываются совершенно, другіе же такъ сильно разрыхляются, что ихъ нетрудно отдѣлить ломами. Оторванные куски оббиваются тяжелыми молотами, пока камень не приметъ желаемой формы. Опытные рабочіе всегда обращаютъ вниманіе на трещины, раздѣляющія гранитъ на отдѣльности, потому что капиллярныя щели тянутся параллельно имъ, и въ этихъ направленіяхъ камень легче всего разламывается и сглаживается.

Такъ какъ гранитъ не только очень твердъ и проченъ, но и его, кромѣ того, можно шлифовать, то онъ служитъ для украшенія зданій: изъ него дѣлаютъ колонны, цоколи для памятниковъ и т. п. Охотнѣе пользуются шведскимъ и финляндскимъ гранитомъ, чѣмъ германскимъ, потому что они заключаютъ въ себѣ красный полевой шпатъ, да и вообще красивѣе окрашены. Другія глубинныя породы употребляются наравнѣ съ гранитомъ.

Вмѣстѣ съ гранитомъ часто встрѣчаются и другія зернистыя массивныя горныя породы.

По строенію на гранитъ похожъ сіенитъ. Онъ имѣетъ ту же зернисто-кристаллическую (гранитовидную) структуру, но состоитъ изъ ортоклаза и роговой обманки. Цвѣтъ сіенита вообще темнѣе гранита, потому что зеленовато-черная роговая обманка находится въ немъ въ большемъ количествѣ. Сіенитъ обладаетъ структурой отъ мелко-зернистой до крупно-зернистой, какъ гранитъ. Онъ во многихъ отношеніяхъ примыкаетъ къ граниту и одинаковаго съ нимъ происхожденія.

Сіенитъ могъ образоваться изъ магмы тамъ, гдѣ она была менѣе богата кремневой кислотой. При этомъ условіи проис-

2

ходило образованіе роговой обманки, бѣдной кремневою кислотой, кварцъ же выдѣлиться не могъ, такъ какъ вся кремневая кислота пошла на образованіе силикатовъ. Сіенитъ добывается и обрабатывается совершенно такъ же, какъ гранитъ. Онъ еще болѣе пригоденъ для украшенія вслѣдствіе красиваго сочетанія красокъ, которое получается отъ контраста между зеленовато-черной роговой обманкой и свѣтлымъ, красноватымъ ортоклазомъ.

Къ сіениту близко стоитъ діоритъ. Діоритъ отличается отъ него не только тѣмъ, что вмѣсто красноватаго ортоклаза въ его составъ входитъ по большей части сѣрый плагіоклазъ (известково-натровый полевой шпатъ). Діоритъ произошелъ изъ магмы, еще болѣе бѣдной кремневой кислотой, чѣмъ та, изъ которой образовался сіенитъ. Къ граниту онъ стоитъ въ такомъ же отношеніи, какъ сіенитъ. Употребленіе его такое же.

По составу на діоритъ очень похожъ габбро, который состоитъ изъ сѣраго, богатаго кальціемъ плагіоклаза (такъ называемаго лабрадора) и изъ разновидности авгита, діаллага. Діаллагъ обладаетъ совершенною спайностью и поэтому въ породѣ является листоватымъ.

Всѣ массивныя породы суть глубинныя, т.-е. затвердѣвшія изъ огненно-жидкой магмы подъ громаднымъ давленіемъ. Для глубинныхъ породъ характерна зернисто-кристаллическая (гранитовидная) структура. Тамъ, гдѣ нѣкоторыя изъ нихъ выступаютъ совмѣстно, онѣ соединены переходами (гранитъ—роговообманковый гранитъ—кварцсодержащій сіенитъ — сіенитъ), причисленіе которыхъ къ опредѣленной горной породѣ часто является затруднительнымъ.

Разсмотримъ теперь кристаллическіе сланцы. Наиболѣе важнымъ изъ нихъ является, какъ мы видѣли, гнейсъ.

Гнейсъ состоитъ, подобно граниту, изъ полевого шпата, кварца и слюды. Совершенно такъ же, какъ у гранита, вся масса состоитъ изъ зеренъ кристалловъ. Но гранитъ и гнейсъ имѣютъ то различіе, что гнейсъ обладаетъ сланцеватой структурой, т.-е. въ изломѣ видны болѣе или менѣе параллельныя полосы. Эти полосы происходятъ отъ того, что листочки слюды располагаются тонкими параллельными другъ другу прослойками. Поперечные изломы листочковъ образуютъ темныя линіи или полосы. Если расколоть кусокъ въ направленіи темныхъ полосъ, то поверхность отбитаго куска является покрытой лежащими рядомъ кругловатыми листочками слюды.

Нерѣдко гнейсъ бываетъ богатъ другими минералами, напр.,

роговой обманкой, гранитомъ и т. д. По преобладанію тѣхъ или иныхъ минераловъ, входящихъ въ составъ гнейса, и по виду сланцеватой структуры различаютъ нѣсколько разновидностей гнейсовъ (роговообманковый гнейсъ и т. п.).

Гнейсовая формація необыкновенна мощна. Ея общая толща равна приблизительно 30.000 метровъ (болѣе 28 верстъ), слѣдовательно, превышаетъ болѣе, чѣмъ втрое высоту наивысшей горы земного шара (Гауризанкаръ въ Гималаяхъ — 8840 м).

Гнейсъ вверху переходитъ въ слюдяной сланецъ. Переходъ происходитъ такимъ образомъ, что въ немъ количество полевого шпата постепенно уменьшается. Слюдяной сланецъ состоитъ только изъ кварца и слюды. Онъ такъ же, какъ гнейсъ, имѣетъ сланцеватую структуру.

Филлитъ (первичный глинистый сланецъ) представляетъ сѣрый блестящій сланецъ, состоящій преимущественно изъ тонкихъ, обладающихъ шелковистымъ блескомъ, чешуекъ слюды (серицита) и кварца. По составу онъ весьма близокъ къ слюдяному сланцу, но по внѣшнему виду похожъ на глинистый сланецъ, и въ верхнихъ горизонтахъ онъ дѣйствительно во многихъ случаяхъ переходитъ въ глинистый сланецъ.

О томъ, какъ образовались глинистые сланцы, мы знаемъ очень мало. Гнейсъ могъ образоваться изъ гранита путемъ давленія. Это, впрочемъ, доказано опытомъ: подъ сильнымъ давленіемъ отдѣльныя зерна кристалловъ сдвигаются съ мѣста и притомъ всегда такъ, что листочки слюды становятся поперекъ направленію давленія, слѣдовательно, параллельно другъ другу. Въ земной корѣ всегда господствуетъ сильное давленіе; поэтому можно допустить, что вѣроятно большая часть гнейсовъ произошла изъ гранита, который отъ давленія сдѣлался сланцеватымъ; а что и другія глубинныя породы, кромѣ гнейса, сдѣлались сланцеватыми, доказываютъ роговообманковые гнейсы.

Гнейсъ могъ образоваться и другимъ путемъ. Когда гранитная магма проникла вверхъ изъ нѣдръ земли, то глинистые сланцы, которые уже существовали, благодаря давленію были на большомъ протяженіи раздавлены и расщеплены по слоямъ. Магма проникла въ пустоты и пропитала разрыхленный сланецъ. Куски сланца были расплавлены жаромъ и перекристаллизованы. Такъ въ массѣ горной породы возникли темныя

полосы, которыя происходятъ отъ преобразованныхъ сланцевъ, и которыя придаютъ граниту характеръ гнейса. Многіе гнейсы возникли такимъ путемъ, но глинистые сланцы и филлиты суть отложенія на днѣ моря. Ихъ сильная сланцеватость происходитъ, какъ и у гнейсовъ, отъ сильнаго давленія.

Слѣдовательно, кристаллическіе сланцы являются превращенными, метаморфическими горными породами. Это превращеніе произошло частью отъ дѣйствія огненно-жидкой магмы (контактовый метаморфозъ), частью отъ сильнаго давленія (динамометаморфозъ). Измѣненныя горныя породы первоначально были глубинными породами (гранитомъ) или осадочными (глинистый сланецъ).

Относительно начала образованія земной коры принимаютъ слѣдующее: Земля была прежде въ огненно-жидкомъ состояніи. Пылающій шаръ былъ окруженъ оболочкой газовъ, состоявшихъ изъ атмосфернаго воздуха, большей части водяныхъ паровъ и углекислоты. Кромѣ того, большія количества водяныхъ паровъ и углекислоты были заключены въ пылающей массѣ. Постепенно земля остывала и на ней возникла твердая кора, образовавшаяся изъ силикатовъ и легкихъ металловъ. Отъ этой первичной коры не извѣстно никакихъ остатковъ. Еще не доказано, составляютъ ли древнѣйшіе извѣстные намъ гнейсы продукты метаморфоза первичной коры остыванія. Постепенно земля остывала все болѣе и болѣе, такъ что изъ оболочки газовъ выдѣлялись въ видѣ дождя сгустившіеся водяные пары и падали на землю. Такъ на твердой земной корѣ образовался кипящій покровъ воды — первичное море. Вода дѣйствовала разрушительнымъ образомъ на кору остыванія и въ то же время откладывала продукты разрушенія. Изъ чего состояли первыя отложенія на днѣ моря, — мы не знаемъ. Многіе слюдяные сланцы и филлиты произошли, можетъ быть, черезъ метаморфозъ этихъ отложеній. Вслѣдствіе охлажденія земной шаръ сжимался, отчего въ его корѣ возникало громадное давленіе, которое собирало ее въ складки. Отъ давленія расплавленная магма постоянно вытекала изъ нѣдръ земли. Она затвердѣла, не достигши поверхности, и дала граниты и другія глубинныя породы, которыя отчасти стали сланцеватыми также благодаря давленію, слѣдовательно, преобразовались въ гнейсы.

Въ заключеніе замѣтимъ, что не всѣ метаморфическіе сланцы и не всѣ глубинныя породы,—архейскаго возраста. И позднѣе

образовывались глубинныя породы, напр., гранитъ Брокена въ Гарцѣ и многіе другіе германскіе граниты возникли только въ каменноугольный періодъ. Точно такъ же нѣкоторыя глубинныя породы получили значительно позже отъ давленія сланцеватое строеніе, а слоистыя горныя породы подъ вліяніемъ поднимавшейся кверху магмы преобразовались въ кристаллическіе сланцы. Такія породы находятся въ Альпахъ и другихъ гнейсовыхъ областяхъ.

Въ Россіи архейскія образованія встрѣчаются во многихъ мѣстахъ и занимаютъ большія площади. Въ Европейской Россіи главная масса ихъ находится въ Финляндіи. Изъ Финляндіи они непосредственно продолжаются въ Олонецкую и Архангельскую губерніи вплоть до Ледовитаго океана; они слагаютъ Кольскій полуостровъ и встрѣчаются на п-вѣ Канинѣ. Архейскія образованія извѣстны въ Тиманскомъ кряжѣ и на Уралѣ, гдѣ они образуютъ длинную полосу, простирающуюся вдоль гребня. Въ южной Россіи архейскія породы образуютъ Днѣпровскую кристаллическую полосу. На Кавказѣ они образуютъ гребень главнаго хребта отъ Казбека до Морухи; но несравненно большее развитіе они имѣютъ въ системѣ Тянь-Шаня и Памира, гдѣ гнейсы и сланцы тянутся широкой полосой почти на 2000 верстъ. Въ Сибири архейскія породы входятъ въ составъ Саянскаго, Яблоноваго хребтовъ, а также встрѣчаются въ Забайкальѣ и въ Сихота-Алинѣ.

Дополненіе къ переводу.

II. Кэмбрій и силуръ.

Во многихъ мѣстностяхъ Европы выступаетъ на поверхность группа слоевъ, лежащихъ на кристаллическихъ сланцахъ, именно, въ южной Франціи, Англіи, Германіи, Швеціи, Норвегіи и Россіи. Это—самая древняя группа слоевъ, заключающая окаменѣлости. Древнѣйшіе, т.-е. самые нижніе слои этой группы называются кэмбріемъ. Это названіе происходитъ отъ стараго названія Уэльса (въ Англіи), гдѣ впервые была обнаружена эта формація. Верхніе слои называются силуромъ, по имени силуровъ, одного изъ племенъ древнихъ бриттовъ, обитавшихъ нѣкогда въ западной Англіи.

Слои обѣихъ формацій состоятъ преимущественно изъ граувакkъ и глинистыхъ сланцевъ.

Подъ **грауваккамии**, или сѣрыми вакками, разумѣютъ самые древніе песчаники. Они большей частью окрашены въ сѣрый цвѣтъ. Граувакки состоятъ изъ маленькихъ угловатыхъ зернышекъ кварца (зерна песку), а также изъ маленькихъ угловатыхъ кусочковъ полевого шпата, которые обыкновенно при-

сутствуютъ въ большомъ количествѣ. Эти зернышки сцементированы глиной въ твердую горную породу. Однако этотъ глинистый цементъ присутствуетъ всегда только въ маломъ количествѣ, такъ что вся горная порода состоитъ главнымъ образомъ изъ зеренъ. Если бы не было цементирующаго вещества, то горная порода представляла бы скопленіе несвязанныхъ между собою зернышекъ, короче говоря, она представляла бы песокъ. Граувакка—слоистая горная порода, но слоистая неравномѣрно: если, напр., въ одномъ слоѣ глинистый цементъ входитъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ другомъ, то слои отличаются другъ отъ друга по внѣшнему виду, и такъ какъ изъ двухъ различныхъ слоевъ одинъ вывѣтривается легче другого, то благодаря этому слоистостость выступаетъ еще яснѣе.

Глинистые сланцы извѣстны по грифельнымъ доскамъ и кровельнымъ черепицамъ. По внѣшнему виду трудно заключить, что глинистый сланецъ состоитъ изъ той же массы, какъ обыкновенная кирпичная глина, т.-е. изъ очень нечистаго каолина (воднаго силиката алюминія). Отъ глины глинистый сланецъ отличается своей твердостью, непластичностью и сланцеватостью, т.-е. способностью расщепляться на очень тонкія пластины. Кромѣ того онъ большею частью темнаго цвѣта, часто даже совершенно чернаго. Темный цвѣтъ происходитъ отъ присутствія углеродистыхъ соединеній: если прокалить глинистый сланецъ, то эти соединенія сгораютъ, и онъ дѣлается свѣтлымъ.

Глинистый сланецъ—слоистая горная порода. Не слѣдуетъ смѣшивать слоистость со сланцеватостью. Первоначальную слоистость большею частью трудно замѣтить въ глинистомъ сланцѣ. Она выступаетъ ясно лишь въ томъ случаѣ, если—какъ въ грауваккахъ—происходитъ смѣна матеріала, если, напр., въ глинистомъ сланцѣ попадается слой, богатый содержаніемъ пирита (сѣрнистаго желѣза) или известняка. Сланцеватость совершенно не зависитъ отъ слоистости: она обыкновенно идетъ не параллельно ей, но или перпендикулярно, или наклонно къ ней. Сланцеватость произошла отъ того, что нѣкогда горная порода подвергалась очень сильному давленію. Въ глинистыхъ сланцахъ, какъ и въ гнейсахъ, сланцеватость произошла отъ постоянно господствующаго въ земной корѣ „горообразовательнаго давленія". Дѣйствіе этого давленія обыкновенно наступало уже послѣ того, какъ горныя породы собрались въ складки. О горообразовательныхъ процессахъ рѣчь

будетъ ниже. Этимъ и объясняется, отчего сланцеватость часто направлена косо по отношенію къ слоистости.

Глинистый сланецъ идетъ на кровельныя черепицы, грифельныя доски и грифеля. Черепицы получаютъ простымъ откалываніемъ пластинъ. Шлифуя такія пластины пемзой, получаютъ грифельныя доски; а для полученія грифеля пластинки распиливаютъ перпендикулярно къ сланцеватости и щипцами разламываютъ ихъ на брусочки. Обрабатываются преимущественно болѣе молодые глинистые сланцы изъ каменноугольной формаціи.

Для того, чтобы хорошенько понять образованіе граувакkъ и глинистыхъ сланцевъ, нужно сначала уяснить себѣ, какъ вообще образуются слоистыя горныя породы. Наблюденія показали, что слоистыя горныя породы отлагаются изъ воды. Наблюдая обыкновенную дождевую лужу, можно замѣтить слѣдующее: вода дождевыхъ потоковъ и лужъ всегда мутна и грязна, потому что несетъ частички ила и песка. Но какъ скоро вода перестаетъ течь, она уже не можетъ держать частицы грязи въ взвѣшенномъ состояніи. Первыми падаютъ на дно лужи тяжелыя зерна песку. На днѣ такимъ образомъ отлагается слой песку. Затѣмъ постепенно начинаютъ осаждаться и легкія глинистыя частицы, которыя вслѣдствіе своей легкости долгое время остаются взвѣшенными въ водѣ. Итакъ, на слоѣ песку отлагается новый слой, состоящій изъ ила. Слѣдовательно, изъ воды отложились два слоя—песчаный и илистый. То, что происходитъ здѣсь въ малыхъ размѣрахъ, повторяется въ большихъ размѣрахъ въ каждомъ болѣе крупномъ бассейнѣ стоячей воды: въ пруду, озерѣ, морѣ, куда ручьи, рѣчки и рѣки постоянно приносятъ массы ила и песку. Отложеніе частицъ совершается подобнымъ же образомъ, т.-е. болѣе тяжелыя частицы осаждаются прежде, болѣе легкія—послѣ. Такимъ-то образомъ на днѣ крупныхъ бассейновъ стоячихъ водъ происходитъ осажденіе отдѣльныхъ слоевъ ила и песка, которые, если бы ихъ можно было видѣть въ разрѣзѣ, являлись бы въ видѣ слоистой горной породы. Теперь, послѣ того, какъ мы изложили образованіе слоистыхъ горныхъ породъ, можно перейти къ вопросу: гдѣ нынѣ откладываются слои песку и глины?

Нынѣ отложеніе песку и глины происходитъ у береговъ мо-

рей *). Всякое море окаймляется широкой песчаной зоной, которая частью образуетъ морское дно, частью же переходитъ на сушу, гдѣ образуетъ полосу песчаныхъ холмовъ, дюнъ. Если дно моря обнажается, напр., во время отлива, то видно, что оно покрыто вязкимъ глинистымъ иломъ („тинистая зона"). Но глинистыя отложенія не ограничиваются прибрежной зоной; они простираются далеко въ море, насколько простирается область мелкаго моря; такъ напр., во всей средней части Сѣвернаго моря дно покрыто глинистымъ слоемъ; то же самое мы имѣемъ въ Балтійскомъ морѣ.

Такимъ образомъ, песокъ и глина встрѣчаются въ качествѣ морскихъ отложеній и притомъ такихъ, которыя образовались или въ прибрежной зонѣ, или въ области мелкаго моря. Болѣе тяжелый песокъ, приносимый въ море рѣками, осаждается первымъ и распредѣляется морскими волнами (и вѣтромъ) по всей прибрежной зонѣ. На берегу онъ образуетъ дюны, о которыхъ будетъ впослѣдствіи сказано. Болѣе легкая глина остается дольше взвѣшенной въ водѣ, но затѣмъ тоже осаждается. Осажденіе глины совершается въ соленой водѣ очень быстро, гораздо скорѣе, чѣмъ въ прѣсной.

Песокъ и глина составляютъ главную массу продуктовъ вывѣтриванія. Особенно много образуется глины изъ полевого шпата, входящаго въ составъ всѣхъ массивныхъ горныхъ породъ. Песокъ состоитъ изъ минеральныхъ крошекъ, химически невывѣтрившихся. Среди нихъ преобладаетъ химически неразрушимый кварцъ. Если же другіе минералы, напр., обломки полевого шпата, увлекаются водой и вѣтромъ въ неизмѣненномъ состояніи, они все-таки, рано или поздно, становятся жертвою химическаго вывѣтриванія. Дольше другихъ сопротивляются вывѣтриванію серебристо-бѣлые листочки калійной слюды, почему они очень часто встрѣчаются въ пескѣ.

При вывѣтриваніи слоистыхъ горныхъ породъ, напр., при распаденіи граувакккъ и глинистыхъ сланцевъ, кромѣ растворимыхъ веществъ, образуются преимущественно песокъ и глина. Переносъ этого матеріала къ морю совершается водой.

Переносъ водою горныхъ породъ.

Продукты вывѣтриванія послѣ каждаго дождя смываются сотнями мелкихъ ручейковъ со склоновъ горы въ ручьи и

*) См. приложеніе 1 и 2.

рѣчки, которые выносятъ ихъ далѣе въ долину (напр., уносится гранитный щебень). Болѣе легкія составныя части уносятся далѣе, а тяжелыя падаютъ на дно у каждой излучины рѣки, съ внутренней стороны, гдѣ обыкновенно теченіе слабѣе, и остаются лежать, пока ручей или рѣчка не вздуются отъ дождей и усилившееся теченіе не унесетъ дальше и этотъ матеріалъ.

Рис. 9. — Глыбы гранита въ руслѣ Ильзы (въ Гарцѣ).

Но могутъ уноситься и болѣе крупные обломки горныхъ породъ. Вода, замерзающая въ трещинахъ породы, откалываетъ большіе куски скалъ; они падаютъ въ долину и образуютъ въ ложѣ рѣчекъ живописно нагроможденныя массы глыбъ, заставляющихъ рѣчку съ шумомъ прокладывать себѣ путь между ними (рис. 9). Текущая вода постепенно округляетъ края и острые углы обломковъ и вымываетъ то здѣсь, то тамъ почву изъ-

подъ свалившейся глыбы. Подмытый камень теряетъ опору и соскальзываетъ на нѣкоторое разстояніе по теченію, а за нимъ слѣдуютъ тѣ, которые онъ подпиралъ. При безпорядочномъ паденіи многіе изъ камней разбиваются, а болѣе мелкіе куски вода еще легче увлекаетъ, чѣмъ крупныя глыбы. При переносѣ отдѣльные куски еще больше разбиваются. Поэтому, чѣмъ ниже спускаться по теченію рѣчки, тѣмъ мельче становятся куски камней. Обломки передвигаются теченіемъ дальше, но очень медленно. При этомъ они трутся другъ о друга, шлифуются, такъ что принимаютъ въ концѣ концовъ округленную форму. Окатанные водой камни называются галькой. Если камень имѣетъ форму гальки, то можно принять, что онъ болѣе или менѣе продолжительное время подвергался переносу текучей водою.

При переносѣ обломковъ рѣками своеобразнымъ образомъ дѣйствуетъ придонный ледъ. Зимою на днѣ рѣки образуется ледъ, въ который вмерзаютъ камни. *) Камни сначала покрываются ледянымъ панцыремъ, и если онъ достаточно толстъ, то—въ силу того, что ледъ легче воды — онъ поднимаетъ вверхъ камни. Такимъ образомъ камни попадаютъ въ теченіе и увлекаются водой. Но при поднятіи вверхъ глыба льда попадаетъ въ болѣе теплую воду и начинаетъ таять. Иногда она сталкивается съ другими подобными глыбами, разбивается, и камни снова падаютъ на дно. Въ сѣверныхъ рѣкахъ, гдѣ опасность оттаиванія менѣе велика, большія каменныя глыбы переносятся часто на очень большое разстояніе.

На каждой излучинѣ рѣки можно видѣть, какъ быстро движущаяся вода переноситъ щебень и илъ, а медленно текущая откладываетъ ихъ. У наружной кривизны теченіе сильнѣе, а у внутренней слабѣе; поэтому-то здѣсь всегда образуются мели.

Мы видѣли, какою могучей геологической силой является вода. Геологическая дѣятельность воды выражается, такимъ образомъ, въ слѣдующемъ:

*) При извѣстныхъ условіяхъ прѣсная вода можетъ охлаждаться ниже 0°, оставаясь жидкой. Такая вода находится въ „перемерзломъ“ состояніи. При ударѣ о какой-нибудь предметъ она мгновенно превращается въ ледъ. Поэтому въ горныхъ рѣкахъ замерзаніе можетъ идти со дна, такъ какъ вода замерзаетъ, ударяясь о подводные камни, въ то время какъ верхніе слои, не встрѣчая препятствій, остаются жидкими и продолжаютъ течь.

Прим. пер.

a) вода, содержащая углекислоту, химически дѣйствуетъ на горныя породы;
b) замерзающая и сильно движущаяся вода дѣйствуетъ механически на горныя породы, разрушаетъ ихъ;
c) текучая вода переноситъ продукты разрушенія;
d) стоячая вода откладываетъ ихъ.

Слѣдовательно, вода разрушаетъ горы, сноситъ ихъ массы въ нижележащія мѣста и нагромождаетъ ихъ тамъ, т.-е. она дѣйствуетъ нивелирующимъ образомъ.

Отложеніе песку и глины у береговъ современныхъ морей даетъ намъ ясное указаніе, какъ происходило образованіе граувакkъ и глинистыхъ сланцевъ.

Граувакки и глинистые сланцы являются отложеніями мелкаго моря. Тамъ, гдѣ теперь залегаютъ эти горныя породы, во время ихъ возникновенія было мелкое море, въ которое рѣки вносили песокъ и глину, — продукты разрушенія болѣе древнихъ породъ: гранита, гнейса и т. д. Песокъ отлагался около устья и распредѣлялся у берега морскими волнами и вѣтромъ; глина отлагалась въ мелкомъ морѣ въ видѣ вязкаго ила. Но какъ же могли произойти изъ рыхлаго песка и мягкой глины твердыя и крѣпкія граувакки и глинистые сланцы?

Въ обоихъ случаяхъ позднѣе произошелъ рядъ процессовъ, которые мы назовемъ общимъ именемъ „затвердѣнія". Когда, вслѣдствіе поднятія береговъ, прежнее морское дно сдѣлалось сушей, то въ его массу, какъ во всякую горную породу, просачивалась вода. Просачивающаяся вода проникаетъ съ поверхности земли, какъ, напр., дождевая вода, талая и пр. Она просачивается въ трещины, распредѣляется по всей горной породѣ и совершенно пропитываетъ ее. Поэтому-то каждый кусокъ горной породы, который мы извлекаемъ изъ глубины, всегда влаженъ.

„Горная влажность" не есть чистая вода. Вода, какъ упоминалось уже нѣсколько разъ, приноситъ съ собой углекислоту и вліяетъ разрушающимъ образомъ на составныя части горныхъ породъ, напр., на полевой шпатъ. Она ихъ выщелачиваетъ и уноситъ ихъ растворимыя составныя части. Такимъ образомъ, „горная влажность" всегда содержитъ въ себѣ щелочи, известь, кремневую кислоту и т. п.

Если „горная влажность“ проникаетъ въ глину, то она между микроскопически малыми листочками каолина отлагаетъ кремневую кислоту или известь; она какъ бы крѣпко спаиваетъ листочки. То же самое происходитъ и съ крупинками песка, между которыми всегда есть нѣкоторое количество глины, такъ какъ отдѣленіе въ водѣ песка отъ глины никогда не бываетъ абсолютно чистымъ. Этотъ цементъ еще болѣе закрѣпляется химическимъ дѣйствіемъ просачивающейся воды.

Къ цементирующему дѣйствію „горной влажности“ присоединяется еще дѣйствіе горообразовательнаго давленія, постоянно господствующаго въ земной корѣ, отчего горныя породы сильно сжимаются, дѣлаются плотными и крѣпкими. Составныя части ихъ крѣпко прижимаются другъ къ другу, пустоты между ними уменьшаются, и такимъ образомъ достаточно малѣйшаго количества промежуточной массы, чтобы уплотнить породу. Въ не собранныхъ въ складки, слѣдовательно, не подвергавшихся сжатію силурійскихъ сланцахъ Швеціи еще и въ настоящее время встрѣчается мягкая пластическая глина, которая служитъ яснымъ доказательствомъ того, что давленіе въ очень значительной мѣрѣ содѣйствуетъ уплотненію горныхъ породъ.

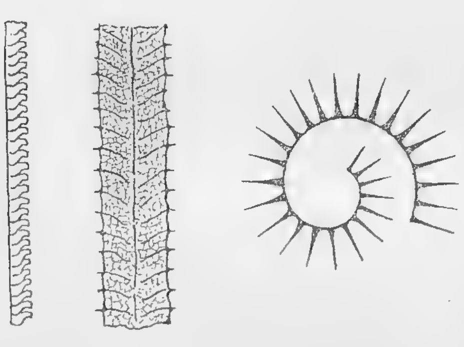


Рис. 10. — Различныя формы граптолитовъ. Monograptus, Retiolites, Rastrites.

Въ кэмбрійскихъ и силурійскихъ сланцахъ встрѣчаются **окаменѣлости**, т.-е. остатки организмовъ, по которымъ мы можемъ составить себѣ представленіе о странномъ мірѣ животныхъ, обитавшихъ въ тѣхъ древнихъ моряхъ.

На поверхности глинистаго сланца иногда попадаются очень нѣжные отпечатки животныхъ. Эти отпечатки имѣютъ видъ пильчатыхъ листочковъ, — ихъ называютъ г р а п т о л и т а м и (рис. 10). Одни изъ нихъ прямые, другіе спирально закручены, многіе имѣютъ зубцы на одной сторонѣ, иные — на обѣихъ. Иногда отпечатки бываютъ черные и блестящіе, какъ будто бы они нарисованы на сланцѣ и покрыты тонкимъ сло-

емъ лака, а иногда бываютъ и бѣлые и рѣзко выдѣляются на черной поверхности сланца.

Животныя, отъ которыхъ происходятъ эти остатки, давно вымерли. Каждое изъ нихъ представляло скопленіе пузырьковъ, съ которыхъ, подобно вѣнку изъ бахромы, свѣшивались роговыя палочки съ боковыми зубцами (рис. 11).

Рис. 11.—Реконструкція колоніи граптолитовъ (по Рюдеману).

Пузыри, очевидно, служили для плаванія. Граптолиты же, вѣроятно, не были свободно плавающими животными, но жили, зацѣпившись за подводныя растенія. Только молодые граптолиты плавали свободно, пока не находили пригоднаго для прикрѣпленія мѣста. Когда граптолиты умирали, они падали въ илъ, покрывавшій морское дно. Мягкія части ихъ тѣла

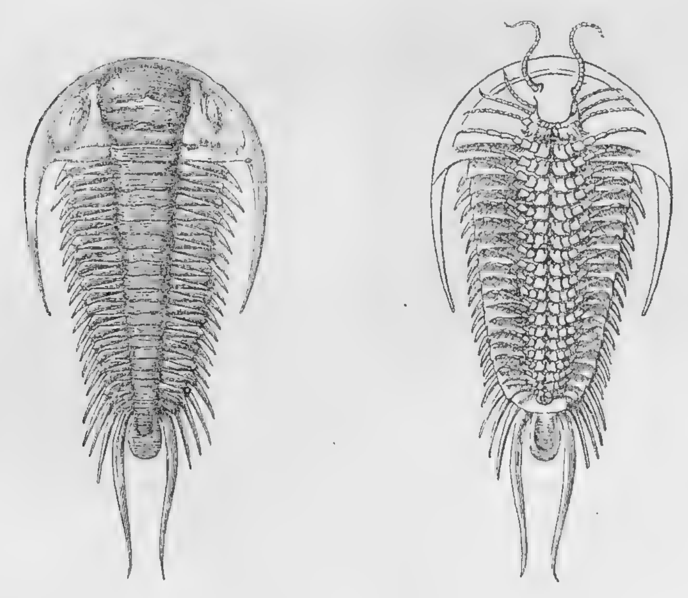


Рис. 12. — Paradoxites bohemicus съ верхней и нижней стороны.

сгнивали, роговыя же палочки отламывались и затягивались иломъ. Постепенно сгнивали и палочки, но форма ихъ сохранилась въ видѣ тончайшей углистой пленочки.

Окаменѣлости, при которыхъ сохранилась только форма организма, т.-е. при которыхъ горная порода покрыта только углистой пленкой, называются отпечатками.

Кромѣ граптолитовъ, въ сланцахъ встрѣчаются остатки ракообразныхъ трилобитовъ. Названіе происходитъ отъ того, что тѣло этихъ животныхъ, какъ вдоль, такъ и поперекъ, раздѣлено на три части (tris = три, lobos = лопасть; рис. 12 и 13). По длинѣ оно расчленяется на голову, туловище и хвостъ, въ поперечномъ направленіи—на спинной стержень и двѣ боковыя части. Поперечная расчлененность особенно ясно выступаетъ на головномъ щитѣ, гдѣ спинной стержень заканчивается лобнымъ вздутіемъ, а обѣ боковыя части — въ щекахъ. Отдѣльные сегменты туловища у кэмбрійскихъ и многихъ силурійскихъ трилобитовъ имѣютъ по сторонамъ острея. У живого трилобита каждый сегментъ имѣлъ на нижней сторонѣ по парѣ ножекъ, которая, какъ и у нашихъ раковъ, была снабжена придатками. Подъ груднымъ щитомъ, внѣ ряда ножекъ, помѣщались жабры. Трилобиты во многихъ отношеніяхъ отличались отъ нашихъ раковъ. Ближе всего ихъ можно сравнить съ нашими мокрицами, которыхъ, впрочемъ, они во много разъ превышали. Однимъ изъ древнѣйшихъ трилобитовъ былъ находимый въ кэмбрійскихъ слояхъ парадокситесъ (Paradoxites bohemicus), у котораго сегменты оканчивались длинными остреями, а головной щитъ — двумя длинными острыми нащечными шипами. Расчлененіе по длинѣ на три части у него не бросается въ глаза, потому что хвостовой щитъ его очень малъ.

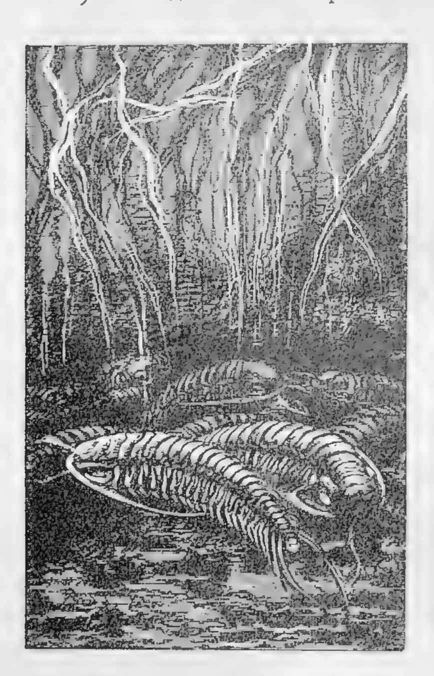


Рис. 13. — Paradoxites въ кэмбрійскомъ морѣ.

Ортоцерасъ (Orthoceras), т.-е. „пряморогій“, имѣлъ слабо-коническую, почти цилиндрическую форму (рис. 14 и 15).

Поперечный разрѣзъ представляетъ кругъ въ нѣсколько сантиметровъ въ діаметрѣ. Продольный разрѣзъ показываетъ, что внутреннее пространство раздѣлено сводчатыми поперечными перегородками на отдѣльныя камеры. Средины перегородокъ пронизаны тонкимъ тяжемъ, идущимъ черезъ всю раковину.

Животныхъ, которыя имѣли бы такую раковину, уже болѣе не существуетъ. Но существуетъ подобное имъ животное, это —

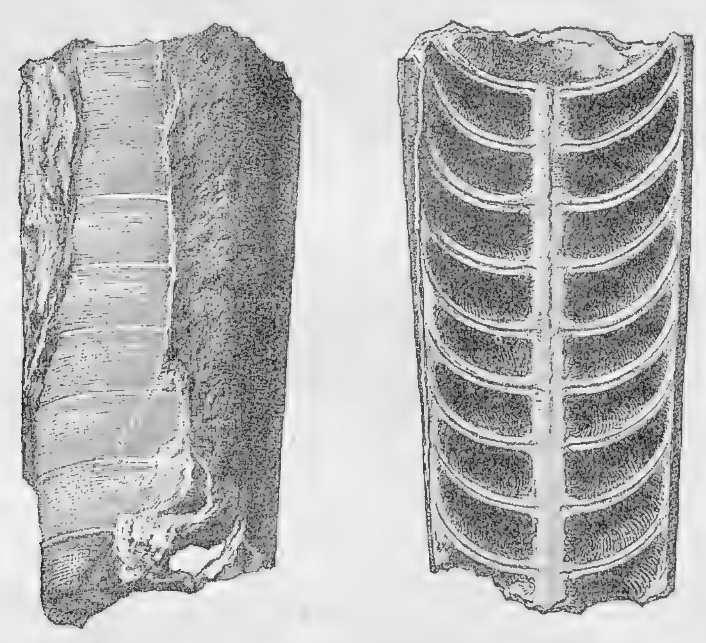


Рис. 14.— Orthoceras (внѣшній видъ и разрѣзъ).

наутилусъ (Nautilus), обитающій въ тропическихъ моряхъ. Мы можемъ сравнить ортоцераса съ наутилусомъ: ортоцерасъ былъ похожъ на каракатицу со многими хватательными руками и плавательной воронкой, при помощи которой онъ двигался въ водѣ. Ортоцерасъ имѣлъ длинную, раздѣленную на камеры раковину и помѣщался въ самой передней камерѣ (жилой камерѣ), а остальныя камеры оставались пустыми (воздушныя камеры). Сзади тѣла находился воздушный пузырь. При ростѣ животнаго отлагались у края жилой камеры полосы нарастанія, и въ то же время у задняго конца тѣла образовывалась новая перегородка и вмѣстѣ съ тѣмъ новая воз-

душная камера. Животное въ теченіе всей жизни было соединено съ началомъ раковины помощью круглаго тяжа, сквозь который проходилъ сифонъ, пронизывавшій стѣнки камеръ.

Когда животное умирало, то мягкія части тѣла сгнивали. Пустая раковина постепенно заполнялась иломъ, который со временемъ затвердѣвалъ. Позднѣе разрушалась отъ вывѣтриванія и внѣшняя раковина, такъ что сохранялась только масса, выполняющая раковину и самыя перегородки. Подобное выполненіе раковинъ называется ядромъ.

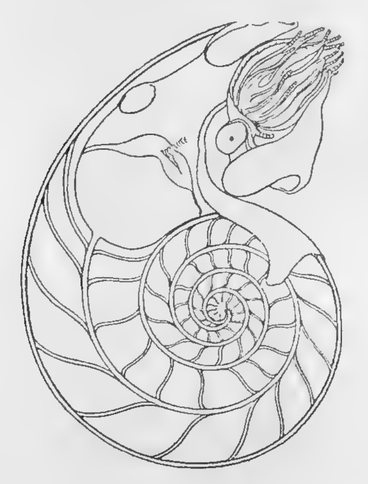


Рис. 15. — Nautilus и Orthoceras.

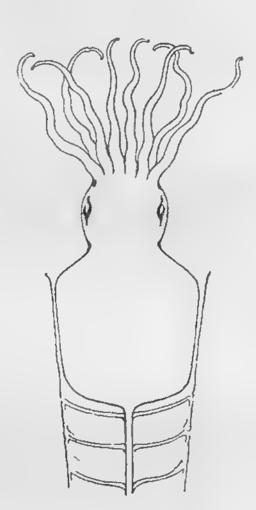


Рис. 15 а. — Положеніе животнаго въ раковинѣ.

Иногда на поверхности сланцевъ находятся углубленія, которыя похожи на слѣды отъ ползанія, оставленные червями въ вязкомъ морскомъ илѣ. Отсюда можно заключить, что въ то время уже существовали черви.

Наконецъ, въ глинистыхъ сланцахъ находятъ также и остатки растеній. Они представляютъ листовидныя образованія, развѣтвляющіяся дихотомически, т.-е. на двѣ одинаково развитыя вѣтви, изъ которыхъ каждая въ свою очередь развѣтвляется такимъ же образомъ. Эта дихотомія есть типическая форма вѣтвленія водорослей; поэтому такіе отпечатки считаютъ за остатки водорослей и называютъ ихъ фукоидами.

Попытаемся же теперь на основаніи приведенныхъ фактовъ

набросать картину животной и растительной жизни въ кэмбрійскомъ и силурійскомъ моряхъ.

Во время кэмбрія и силура значительная часть средней Европы представляла прибрежную область большого моря. Во время кэмбрія это море только немного вдавалось въ область теперешней Германіи, во время же силура оно простиралось далеко за эти предѣлы и наводняло большую часть западной Европы. Море, въ общемъ довольно мелкое, было населено различными живыми существами чуждыхъ намъ формъ. Правда, водоросли и другія водныя растенія, вѣроятно, напоминали современныя, а также и кольчатые черви, которые прокладывали себѣ путь въ глинистомъ илѣ, едва ли отличались отъ нынѣ живущихъ. Но тѣмъ болѣе чуждыми современнымъ являлись другія животныя. Тамъ ползали тысячи многоногихъ трилобитовъ, отыскивая въ илу добычу. Нѣжные граптолиты всюду носились въ водѣ. Рыбъ еще не было. Вмѣсто нихъ синія волны силурійскаго моря оживляли ортоцерасы. Дно моря, какъ и въ нынѣшнее время, было покрыто двустворчатыми моллюсками и похожими на нихъ брахіоподами, о которыхъ мы подробнѣе скажемъ при обозрѣніи девона.

Животная жизнь въ кэмбрійскій и силурійскій періоды стояла еще на очень низкой ступени. Позвоночныя животныя еще отсутствовали, а изъ безпозвоночныхъ многія группы были представлены еще очень слабо, а нѣкоторыхъ и совсѣмъ не было.

Въ Россіи кэмбрійскія отложенія встрѣчаются въ Прибалтійскомъ краѣ по южному берегу Финскаго залива, гдѣ они образуютъ т. наз. глинтъ, верхняя часть котораго образована силурійскими осадками. Кромѣ этой главной области обнаженія кэмбрійскихъ пластовъ въ Россіи, еще извѣстны выходы ихъ по рѣкѣ Ловати, въ Холмскомъ у. Псковской губ., въ Игуменскомъ у. Минской губ., въ Кѣлецко-Сандомірскомъ кряжѣ, въ южномъ Уралѣ по р. Карагану, а также въ Сибири между Подкаменной Тунгузкой, Ангарою, Леною и Олекминскомъ и Якутскомъ.

Силурійскія отложенія, кромѣ упомянутаго глинта, образуютъ въ окрестностяхъ Петрограда довольно крутыя складки, напр., въ Пулковѣ, у деревни Глядиной и т. д.; встрѣчаются небольшими площадями въ Вышневолоцкомъ у. Тверской губ., въ Холмскомъ у. Псковской губ., въ Игуменскомъ у. Минской губ., въ Подольской губ. по Днѣстру, въ Привислинскомъ краѣ, въ Тиманскомъ кряжѣ, на Уралѣ по рр. Уньи, Илычъ на сѣверѣ и р. Сакмарѣ на югѣ. Въ Сибири силурійскія отложенія занимаютъ большія площади въ области развитія кэмбрійскихъ отложеній, доходя до крайняго сѣвера, гдѣ они извѣстны на Ново-Сибирскихъ островахъ. Встрѣчаются мѣстами и въ Туркестанѣ.

Дополненіе къ переводу.

III. Девонъ.

Слои, лежащіе надъ силурійскими, принадлежатъ къ девонской формаціи. Это названіе происходитъ отъ англійскаго графства Девоншайръ, гдѣ впервые были открыты и описаны подобные слои.

Однако, ясное представленіе о девонской формаціи получили только при изученіи соотвѣтствующихъ отложеній въ другихъ странахъ, особенно въ Россіи и Германіи. Такъ, Нижне-Рейнскія Сланцевыя горы состоятъ изъ девонскихъ слоевъ, собранныхъ въ складки (рис. 16). Эти складки идутъ въ направленіисъ юго-запада на сѣверо-востокъ, и въ этомъ же направленіи проходятъ гребни горныхъ хребтовъ и рѣчныя долины. Исключеніе составляетъ только долина Рейна, прорѣзывающая поперекъ эти складки. Вслѣдствіе складчатости девонскіе слои являются сильно накло-

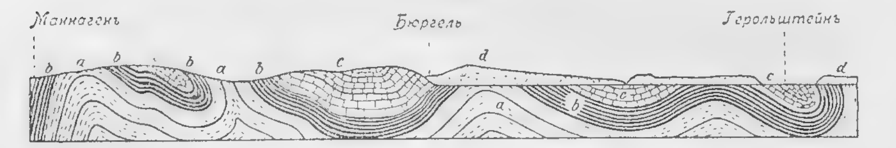


Рис. 16. — Профиль Эйфеля—a) граувакки, b) сланцы и песчаники, c) эйфельскій известнякъ, d) пестрый песчаникъ (a—c девонъ).

ненными, что хорошо видно на скалѣ Лорелей (рис. 17). Кромѣ Рейнскихъ сланцевыхъ горъ, девонскіе пласты, сложенные въ складки, встрѣчаются въ Гарцѣ и Франкенвальдѣ. Эти складки и здѣсь имѣютъ „нижне-рейнское“ направленіе съ юго-запада на сѣверо-востокъ, хотя направленіе горныхъ цѣпей совершенно иное.

Девонская формація состоитъ отчасти изъ грауваккъ и глинистыхъ сланцевъ, совершенно такъ же, какъ кэмбрій и силуръ, но между ними въ изобиліи встрѣчаются слои известняка, который хотя и встрѣчается въ кэмбрійскихъ и силурійскихъ слояхъ, но слабо развитъ. Почти весь средній девонъ Эйфеля состоитъ изъ известняка. Этотъ „эйфельскій“ известнякъ встрѣчается въ отдѣльныхъ мульдахъ *) и мѣстами отличается необычайнымъ обиліемъ окаменѣлостей.

Известнякъ состоитъ, главнымъ образомъ, изъ углекислой извести. Если облить кусокъ известняка кислотой, напр., уксу-

*) Мульдой или котловиной называется складка, обращенная вершиною внизъ. Смотри объясненіе дальше въ текстѣ при рисункѣ 35.

Прим. пер.

сомъ, то изъ него съ шипѣніемъ станетъ выдѣляться углекислота. Кромѣ углекислой извести, онъ содержитъ по большей части еще глину, а также и углекислую магнезію. Если въ его составъ входитъ глина въ большомъ количествѣ, то горную породу называютъ мергелемъ; чѣмъ больше мергель содержитъ глины, тѣмъ онъ землистѣе, и, наоборотъ, чѣмъ больше извести, тѣмъ онъ тверже.

Если въ известнякѣ большое количество углекислой магнезіи, то такую горную породу называютъ доломитомъ. Доло-

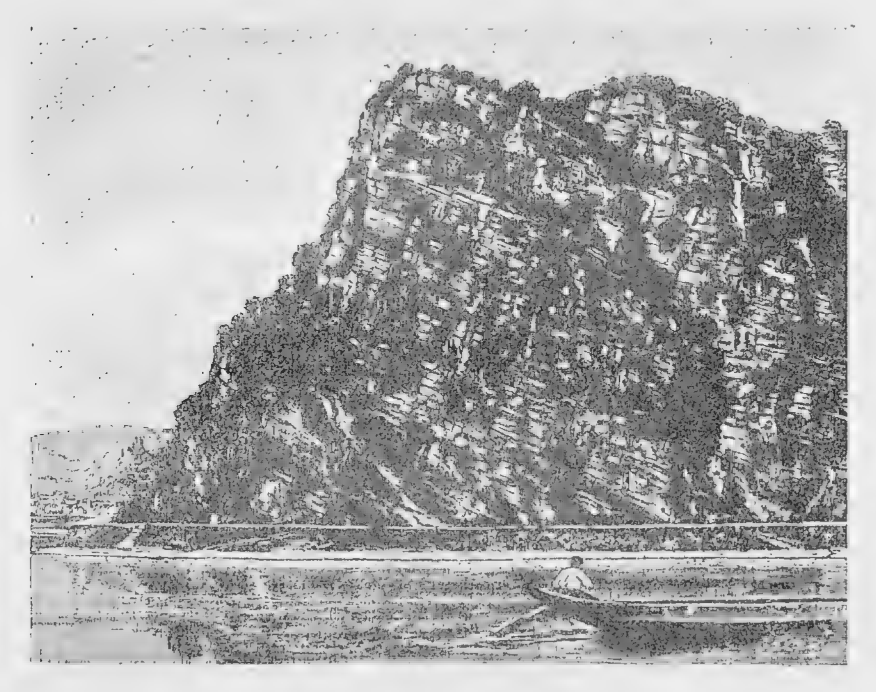


Рис. 17. — Скала Лорелей.

митъ обыкновенно гораздо тверже и крѣпче известняка. Известнякъ, содержащій мало углекислой магнезіи, можетъ со временемъ превратиться въ доломитъ (доломитизироваться); именно: просачивающаяся вода легче растворяетъ углекислую известь, чѣмъ углекислую магнезію. Слѣдовательно, содержащій магнезію известнякъ сдѣлается тѣмъ богаче магнезіей, чѣмъ дольше онъ подвергается дѣйствію просачивающейся воды.

Известнякъ обыкновенно бываетъ сѣраго цвѣта и притомъ разныхъ оттѣнковъ: отъ самаго свѣтлаго сѣро-бѣлаго до самаго

темно-сѣраго. Нерѣдки желтовато-сѣрые и буровато-сѣрые тона. Они происходятъ отъ примѣси водной окиси желѣза.

Известнякъ большею частью ясно слоистъ, но иногда встрѣчаются глыбы, въ которыхъ не замѣчается никакой слоистости. Известнякъ въ сильной степени подверженъ химическому вывѣтриванію, такъ какъ углекислая известь растворима въ содержащей углекислоту водѣ, которая постепенно проникаетъ сверху. Отъ мергеля, если онъ долгое время подвергался химическому воздѣйствію воды, остается большею частью буроватая глина.

Въ тѣсной связи съ растворимостью въ водѣ углекислой извести стоитъ обиліе пещеръ въ известняковыхъ областяхъ. Если болѣе мягкій слой известняка лежитъ подъ твердымъ и крѣпкимъ слоемъ той же породы и слой этотъ мало пронизанъ трещинами, то вода собирается въ трещинахъ и начинаетъ свое дѣло разрушенія болѣе мягкаго слоя. Этотъ послѣдній растворяется съ поверхности, на которую дѣйствуетъ вода. И такъ возникаетъ въ этомъ слоѣ пустота, на днѣ которой обыкновенно скопляется глина, остающаяся отъ вывѣтрившагося известняка (вѣдь известнякъ большею частью содержитъ глину). Эта глина равномѣрно выстилаетъ пещеры твердымъ плотнымъ слоемъ. Въ самой пещерѣ очень часто образуются на полу, на потолкѣ и по стѣнамъ натёки, имѣющіе видъ сосулекъ (рис. 18). Когда просачивающаяся вода, будучи насыщена известью, выступаетъ сверху на потолкѣ пещеры и испаряется, то отъ нея остается тонкій налетъ извести. Слѣдующая капля отлагаетъ на этомъ тончайшемъ слоѣ новый слой извести, и такъ постепенно съ потолка растетъ внизъ сосульковидное образованіе, называемое **сталактитомъ** (греч. stalasso=падаю каплями).

Если выступающая капля такъ велика, что не сразу испаряется, а падаетъ внизъ, то она испаряется уже на днѣ и здѣсь отлагаетъ свою известь. Благодаря повторному паденію капель, на полу пещеры нарастаетъ образованіе, называемое **сталагмитомъ** (греч. stalagma=капля). Извѣстны многія сталактитовыя пещеры въ девонскомъ известнякѣ, напр., Кэстльтонская въ Дербишайрѣ, въ Англіи, въ департаментахъ Мэнъ и Анжу во Франіи, Германсхёлэ въ Гарцѣ и др.

Въ Европейской Россіи извѣстна сталактитовая пещера въ девонскихъ известнякахъ близъ Сызрани. *Дополненіе къ переводу.*

Въ сильно изрѣзанномъ трещинами известнякѣ пещеры образуются гораздо рѣже, потому что вода разбивается по тре-

щинамъ, во многихъ тысячахъ мѣстъ вступаетъ во взаимодѣйствіе съ известнякомъ и нигдѣ поэтому не оказываетъ большого дѣйствія.

Для того, чтобы уяснить себѣ, какъ происходило образованіе известняковъ вообще и въ частности девонскихъ, мы должны поставить себѣ вопросъ: гдѣ нынѣ образуются отложенія известняка? Отложеніе известняка происходитъ въ морѣ и производится большею частью животными. Значительная часть

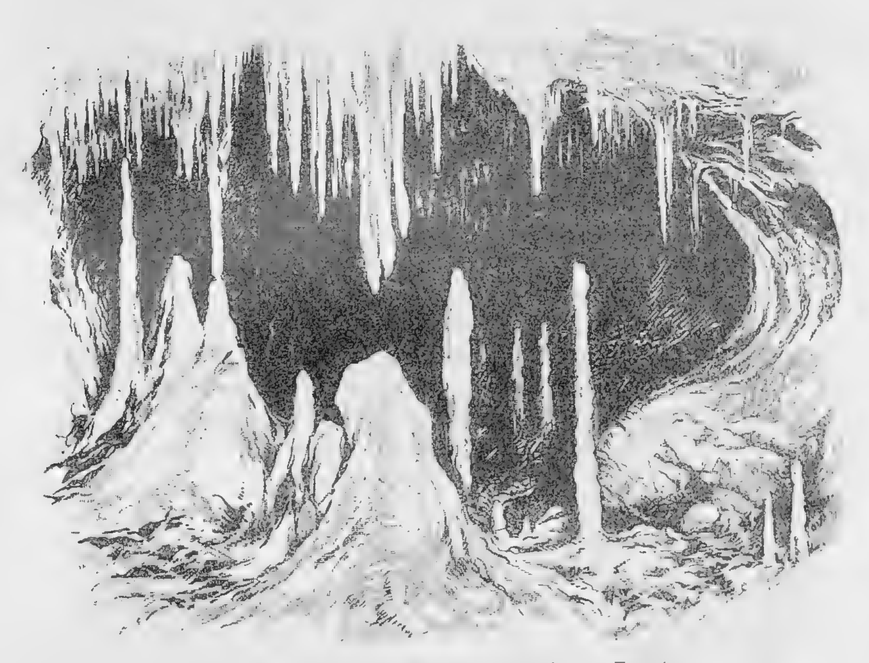


Рис. 18. — Натёки въ Германсхӧлѣ, въ Гарцѣ.

морскихъ животныхъ имѣетъ известковую раковину, напр., двустворчатые, брюхоногіе моллюски, брахіоподы, наутилиды, фораминиферы и т. д. Когда животныя умираютъ, то мягкія части ихъ тѣла истлѣваютъ, известковыя же раковины падаютъ на дно и распадаются. Во многихъ случаяхъ онѣ достигаютъ дна уже въ видѣ обломковъ, потому что большая часть упомянутыхъ животныхъ дѣлается добычею хищныхъ рыбъ и т. д., а эти, чтобы достать животное, раскусываютъ раковину. Такъ во многихъ мѣстахъ на днѣ моря образуется известковый илъ, въ которомъ лежатъ обломки или цѣлыя раковины двустворчатыхъ, брюхоногихъ и т. п.

Подобныя раковинныя отмели имѣются въ Сѣверномъ и Балтійскомъ моряхъ, но на небольшомъ протяженіи. Такими отмелями поразительно богатъ Ламаншъ: онѣ тянутся вдоль береговъ Англіи и Франціи и въ нѣсколькихъ мѣстахъ перерѣзываютъ проливъ. Также и въ другихъ моряхъ известковыя отмели занимаютъ иногда большія протяженія.

Особый видъ отложенія известняка производятъ кораллы. Они изъ своихъ известковыхъ скелетовъ строятъ мощные рифы, сопровождающіе какъ бы длинной стѣной многія побережья. Многіе коралловые кусты выростаютъ въ видѣ подушекъ или глыбъ и поэтому съ самаго же начала даютъ крѣпкую каменную массу. Другіе кораллы вѣтвятся; но и изъ нихъ со временемъ образуется сплошная масса, именно, въ вѣтвяхъ такого кораллового куста поселяются другія животныя, какъ-то: двустворчатые, брюхоногіе и т. д. Когда они умираютъ, то ихъ раковины распадаются, опускаются въ пустоты уже отмершаго кораллового полипняка и мало-по-малу совершенно выполняютъ ихъ. Такъ со временемъ образуется твердая неслоистая известковая масса, богатая углекислой магнезіей (такъ какъ кораллы выдѣляютъ углекислую известь и углекислую магнезію). Около $^1/_{25}$ морского дна покрыто коралловыми отложеніями.

Также и въ девонскихъ отложеніяхъ известнякъ является или въ видѣ сплошныхъ морскихъ отложеній, или же въ видѣ сплошныхъ рифовыхъ образованій.

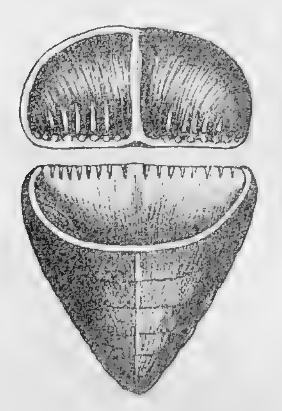


Рис. 19. — Calceola sandalina.

Вышеназванныя окаменѣлости уже указываютъ на морское происхожденіе такихъ отложеній. Въ девонѣ впервые въ изобиліи встрѣчаются кораллы. Наряду съ вѣтвистыми (кустистыми) кораллами однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ коралловъ является туфельный кораллъ (Calceola sandalina, рис. 19). Это одиночный кораллъ, который, какъ указываетъ его названіе, имѣетъ форму туфельки и, слѣдовательно, не имѣетъ правильно радіальнаго строенія, какъ нынѣшніе кораллы, а только построенъ симметрично. Это животное имѣло крышечку. Другой одиночный кораллъ, плевродикцій (Pleurodictyum problematicum рис. 20) интересенъ тѣмъ, что позво-

ляетъ намъ глубже проникнуть въ жизнь нѣкоторыхъ животныхъ девонскихъ временъ. Его каменное ядро всегда является сросшимся съ известковой трубкой червяка Serpula, встрѣчающагося еще и въ современныхъ моряхъ. Вѣроятно, здѣсь дѣло идетъ о симбіозѣ, но мы не знаемъ, какъ въ подробностяхъ слагалась совмѣстная жизнь обоихъ животныхъ и какую пользу то и другое получали отъ такого товарищества.

Рис. 20. — Pleurodictyum problematicum.

Очень распространены въ девонскихъ слояхъ спириферы (Spirifer, рис. 21). Спириферы принадлежатъ къ брахіоподамъ, той группѣ животныхъ, которая въ ранніе періоды жизни земли была болѣе распространена, чѣмъ теперь. Брахіоподы чрезвычайно похожи на двустворчатыхъ, и при первомъ взглядѣ ихъ легко смѣшать. Однако, по внѣшнему виду они отличаются отъ двустворчатыхъ тѣмъ, что у нихъ одна створка всегда больше другой. У двустворчатыхъ же это встрѣчается только въ видѣ исключенія, какъ, напр., у устрицъ. Кромѣ того, положеніе створокъ иное, чѣмъ у двустворчатыхъ—эти послѣдніе имѣютъ правую и лѣвую створки, брахіоподы же спинную и брюшную, при чемъ большая створка наподобіе клюва выдается надъ замковымъ краемъ. Въ клювѣ находится отверстіе

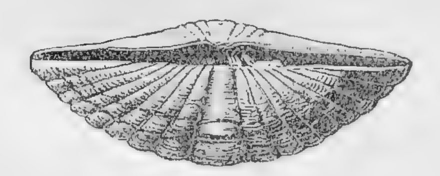


Рис. 21. — Spirifer.

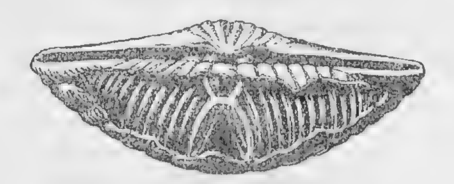


Рис. 22.—Спириферъ съ вскрытой раковиной.

и у живого спирифера черезъ это отверстіе выдается мясистый стебелекъ, которымъ животное прикрѣпляется къ камнямъ. Внутреннее же различіе состоитъ въ расположеніи жабръ,

которыя у брахіоподъ всегда сидятъ на известковыхъ подпоркахъ, такъ называемыхъ „подпоркахъ для рукъ". У окаменѣлостей эти подпорки рѣдко сохраняются, но съ ними познакомились благодаря счастливымъ находкамъ, и теперь мы знаемъ, что у спириферъ (рис. 22) онѣ были завернуты спирально (spirifer = спираленосецъ). Спириферы имѣли длинный прямой замковый край и раковину, украшенную радіально расходящимися бороздками.

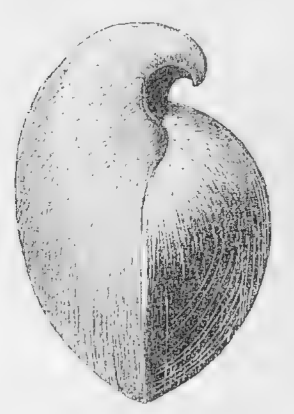


Рис. 23.—Stringocephalus.

Девонскіе слои, кромѣ спириферъ, заключаютъ въ себѣ также „гигантскаго" брахіопода, величиною съ кулакъ. Онъ вслѣдствіе своей формы получилъ названіе стрингоцефала (Stringocephalus), т.-е. совиной головы (рис. 23). Его раковины необычайно толсты, сильно выпуклы, и бо́льшая раковина загибается надъ меньшей въ видѣ крѣпкаго изогнутаго клюва (совинаго клюва).

Въ девонскихъ слояхъ встрѣчаются и трилобиты (рис. 24), но значительно рѣже, чѣмъ въ силурійскихъ отложеніяхъ, да и видовъ ихъ уже не столько, какъ тамъ. Большая часть девонскихъ трилобитовъ могла свертываться. Свертываніе служило имъ въ значительной мѣрѣ защитой отъ болѣе крупныхъ и сильныхъ водныхъ животныхъ, которыя въ девонѣ стали встрѣчаться уже въ бо̀льшемъ числѣ. Боковыхъ лучей и шиповъ трилобиты не имѣли: они мѣшали бы свертыванію или дѣлали бы его совершенно невозможнымъ.

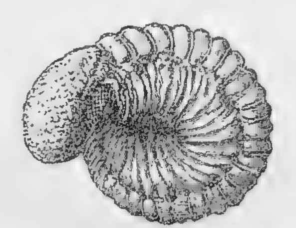


Рис. 24. — Phacops latifrons (свернутый).

Самый распространенный девонскій трилобитъ — ф а к о п с ъ (Phacops latifrons; phacus = лицо, ops = глазъ, latus = широкій, frons = лобъ), отличающійся сильно выступающимъ лобнымъ вздутіемъ и очень большими глазами.

Мѣсто ортоцерасовъ силура заступаютъ въ девонѣ подобныя имъ животныя, раковины которыхъ, раздѣленныя на камеры, какъ у наутилидъ, завернуты спиралью. Это г о н і а т и т ы. (Goniatites, рис. 25), предшественники аммонитовъ. Эти же послѣдніе развиваются значительно позже.

Отпечатки рыбъ нашли въ девонскихъ отложеніяхъ Шотландіи. Шотландскій девонъ развитъ своеобразно, именно: онъ состоитъ только изъ красныхъ песчаниковъ, которые называются **древнимъ краснымъ песчаникомъ** (по англ. old red sandstone) въ противоположность новому красному песчанику, относящемуся къ болѣе позднему времени, именно, къ тріасу. Остатки рыбъ, находимые тамъ, происходятъ отъ древнихъ группъ панцырныхъ и ганоидныхъ рыбъ.

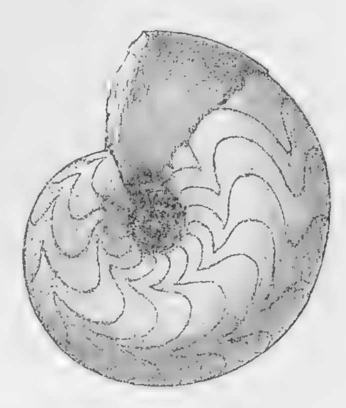


Рис. 25. — Goniatites.

Панцырныя рыбы встрѣчаются только въ девонѣ. Ихъ важнѣйшій представитель птерихтисъ (Pterichtys, рис. 26), или крылатая рыба (pteron = крыло, ichtys = рыба), былъ необычайно неуклюжимъ животнымъ. Голова, грудь и спина были у него покрыты костными пластинками, украшенными снаружи маленькими звѣздчатыми бугорками. Голова несла единственный глазъ; на груди помѣщались два большихъ саблевидныхъ плавника, также покрытыхъ костнымъ панцыремъ. Задняя часть тѣла не была покрыта панцыремъ, а только чешуей.

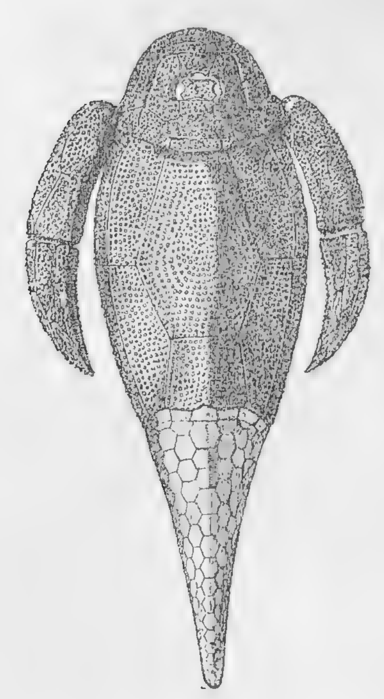


Рис. 26. — Pterichtys.

Это неуклюжее животное съ его твердыми негибкими плавниками едва ли было хорошимъ пловцомъ. Оно, вѣроятно, ползало по дну, потому что его плавники были болѣе пригодны для ползанія, чѣмъ для плаванія.

Птерихтисъ при первомъ взглядѣ скорѣе походилъ на рака, чѣмъ на рыбу, но онъ былъ несомнѣннымъ позвоночнымъ животнымъ. У другой панцырной

рыбы, кокостеуса (Coccosteus), передняя половина тѣла тоже была покрыта панцыремъ, а задняя совершенно голой. У кокостеуса можно ясно видѣть позвоночный столбъ.

Остальныя рыбы были толсто-плавниковыя, т.-е. ихъ грудные и брюшные плавники имѣли плотныя осевыя части, покрытыя чешуями и окруженныя кожной оторочкой (рис. 27). Эти сильные плавники очевидно служили не для плаванія, но для ползанія по дну. Хвостовой плавникъ состоялъ изъ простой плавниковой оторочки; чешуи были покрыты, какъ у осетра, твердой эмалью и образовывали поэтому крѣпкій твердый панцырь. Такимъ образомъ, девонскія рыбы—очень древнія формы, отличающіяся во многомъ отъ нынѣшнихъ.

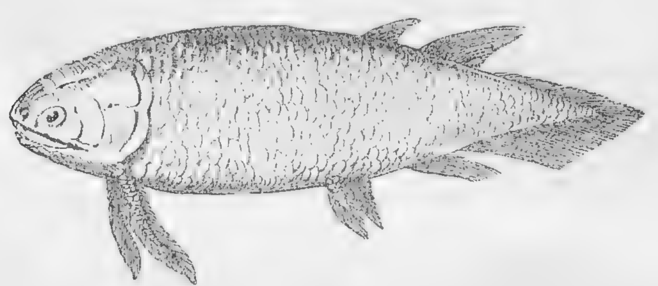


Рис. 27. — Holoptychius, толстоплавниковая рыба изъ древняго краснаго песчаника.

Въ то время, какъ шотландскій красный песчаникъ, какъ мы это ниже увидимъ, позволяетъ заключить, что тамъ была суша, покрытая озерами, германскіе девонскіе слои представляютъ настоящія морскія отложенія. Въ средней Европѣ девонское море имѣло гораздо большее распространеніе, чѣмъ въ силуръ, такъ что происходило образованіе не только прибрежныхъ отложеній, но и отложеній открытаго моря. Оно было оживлено животными и растеніями, похожими на силурійскихъ, но представляющими нѣкоторый регрессъ многихъ животныхъ типовъ. Такъ, граптолиты уже отсутствовали, а трилобиты хотя и не встрѣчаются въ томъ богатствѣ видовъ, какъ прежде, но все еще многочисленны. Въ морѣ кораллы возводили свои рифы, и подъ ихъ защитой селились многія животныя. Въ волнахъ рѣзвились обладающіе круглой раковиной гоніатиты вмѣсто прямыхъ ортоцерасовъ.

Въ девонъ болѣе древнія животныя начинаютъ постепенно вымирать (граптолиты, трилобиты). Наступаетъ заря новаго времени: появляются первыя позвоночныя—рыбы.

Въ Россіи девонскія отложенія занимаютъ обширныя пространства. Въ Европейской Россіи они занимаютъ сѣверо-западныя губерніи (Лифляндскую, Курляндскую, Псковскую, часть Витебской, Могилевской, Смоленской, Новгородской, Петроградской), откуда продолжаются двумя крыльями: одно крыло заходитъ въ Олонецкую и Архангельскую губерніи, другое простирается по Калужской, Тульской, Рязанской, Орловской, Воронежской и Тамбовской.

Кромѣ этого главнаго девонскаго поля съ площадью въ 200.000 кв. верстъ, девонскія отложенія находятся въ Донецкомъ бассейнѣ (у с. Каракубы), въ Кѣлецко-Сандомірскомъ кряжѣ, по Западной Двинѣ, по Печорѣ и Тиманскому кряжу, на Уралѣ, а также и въ Азіатской Россіи: въ Закавказьѣ, Мугоджарскихъ горахъ, Туркестанѣ и Сибири.

Дополненіе къ переводу.

IV. Карбонъ.

Группу слоевъ, лежащихъ на девонскихъ отложеніяхъ, и которые всегда сопровождаютъ девонъ въ горахъ средней Германіи, называютъ **карбономъ** или каменноугольной формаціей, потому что верхніе слои заключаютъ въ себѣ каменный уголь (carbo = каменный уголь).

Каменноугольныя отложенія обыкновенно дѣлятся на два отдѣла: нижній и верхній, при чемъ въ каждомъ изъ нихъ различаютъ еще образованія морскія и прибрежно-наземныя.

Карбонъ въ нижнемъ отдѣлѣ выраженъ главнымъ образомъ грауваккамии глинистыми сланцами, въ то время какъ верхній карбонъ состоитъ изъ песчаниковъ и слоевъ глины, заключающихъ въ себѣ флёцы *) каменнаго угля. Граувакки и глинистые сланцы нижняго карбона обозначаютъ общимъ именемъ к у л ь м а. Сланцы нижняго карбона употребляются, подобно болѣе древнимъ, на кровельныя черепицы, грифельныя доски и т. д. Знаменитыя большія ломки сланца у Лестена, въ Тюрингіи, принадлежатъ карбону.

Во многихъ мѣстахъ нижняго карбона встрѣчаются слои известняка (каменноугольный известнякъ).

Кульмъ и каменноугольный известнякъ—морскія отложенія. Они одинаковаго возраста, слѣдовательно, отложились изъ одного и того же моря въ одно и то же время, причемъ отложеніе кульма соотвѣтствуетъ прибрежной зонѣ и мелкому морю, а каменноугольнаго известняка—открытому морю. О тѣхъ слояхъ, которые возникаютъ въ одно и то же время, но при

*) Флёцами называютъ слои, содержащіе полезныя ископаемыя.

Прим. пер.

различныхъ условіяхъ, говорятъ, что они принадлежатъ къ разнымъ „фаціямъ“.

Животный міръ каменноугольнаго моря во многихъ отношеніяхъ былъ похожъ на животный міръ девона: двустворчатые, кораллы, брахіоподы, гоніатиты и т. д. Однако, трилобиты почти совершенно отсутствовали. Гораздо большее значеніе, чѣмъ нижній карбонъ, имѣетъ верхній, потому что въ немъ имѣются слои, содержащіе каменный уголь.

Особенность Подмосковнаго и Уральскаго каменноугольныхъ бассейновъ заключается въ томъ, что слои ихъ, содержащіе уголь, относятся не къ верхнему карбону, какъ въ западной Европѣ, а къ нижнему карбону, непосредственно залегая на девонскихъ слояхъ.

Дополненіе къ переводу.

Каменный уголь, или черный уголь, отличается, какъ указываетъ его послѣднее названіе, чернымъ цвѣтомъ и твердостью; кромѣ того онъ обладаетъ блескомъ. Онъ состоитъ на $^5/_6$ изъ углерода и на $^1/_6$ изъ водорода и кислорода; кромѣ того онъ постоянно содержитъ неорганическія примѣси. Иногда онъ содержитъ остатки растеній (обугленные стволы), но главная его масса, однако, свободна отъ этихъ остатковъ и производитъ отъ этого впечатлѣніе каменной породы.

Каменные угли образуютъ значительное число болѣе или менѣе мощныхъ прослоекъ, лежащихъ между горными породами верхняго карбона. Подобные слои полезныхъ горныхъ породъ, имѣющіе большое протяженіе (что всегда имѣетъ мѣсто при каменномъ углѣ), называются флёцами. Верхній карбонъ мѣстами содержитъ болѣе 200 флёцовъ, одинъ надъ другимъ, которые вмѣстѣ съ прослойками другихъ породъ имѣютъ общую мощность въ 2800 метровъ. Только часть флёцовъ заслуживаетъ обработки; у многихъ мощность такъ мала, что стоимость обработки превосходила бы цѣну добытаго угля. Мощность отдѣльныхъ флёцовъ колеблется между 0,3—30 метровъ. Добыча угля производится изъ глубокихъ шахтъ.

Добытый уголь или прямо употребляется, какъ топливо, или же подвергается дальнѣйшей обработкѣ. Для топки его обрабатываютъ въ брикеты. Для этой цѣли уголь раздробляютъ, смѣшиваютъ съ горячей смолой или дегтемъ въ густое тѣсто и затѣмъ прессуютъ въ формахъ. На топливо употребляютъ такъ называемые „тощіе угли“, горящіе небольшимъ пламенемъ, а „жирные угли“, дающіе большое пламя, употребляются для добычи свѣтильнаго газа.

Лучшій каменный уголь кэннльскій, добываемый въ

Англіи. Онъ доставляетъ не только самое значительное количество свѣтильнаго газа и т. д., но годится также для скульптурныхъ работъ. Наиболѣе богатыя каменноугольныя области находятся въ Англіи, Бельгіи, Германіи, Китаѣ и С. Америкѣ (въ Аллеганахъ),

Въ Европейской Россіи карбонъ образуетъ нѣсколько угленосныхъ бассейновъ, имѣющихъ важное промышленное значеніе, а именно: Польскій на западѣ, Донецкій на югѣ, Подмосковный въ средней Россіи и Уральскій на востокѣ. Польскій бассейнъ составляетъ непосредственное продолженіе Силезскаго и обладаетъ мощными пластами каменнаго угля; Подмосковный бассейнъ занимаетъ центральныя губерніи (Московскую, Новгородскую, Тверскую, Калужскую, Тульскую, Рязанскую и Владимірскую), мощность его около 35 саж.; Донецкій бассейнъ, съ площадью въ 20.000 кв. верстъ, насчитываетъ до 30 пластовъ каменнаго угля и хотя по мощности онъ уступаетъ многимъ западно-европейскимъ бассейнамъ, но превосходитъ ихъ площадью; Уральскій бассейнъ имѣетъ нѣсколько каменноугольныхъ районовъ: Луньевскій районъ у Александровскаго завода, Губахинскій, Коршунскій въ дачѣ Кизиловскаго завода, Вашкурскій на р. Чусовой и др.

Въ Азіатской Россіи заслуживаетъ вниманія только Кузнецкій каменноугольный бассейнъ на Алтаѣ, обладающій мощными пластами каменнаго угля. Въ Киргизскомъ краѣ, Туркестанѣ, Сибири и Кавказѣ извѣстно нѣсколько мѣсторожденій каменнаго угля, но пока они мало разрабатываются.

Дополненіе къ переводу.

Ежегодно всемірная добыча каменнаго угля достигаетъ 71,4 милліарда пудовъ (или 1,2 милліарда тоннъ), изъ которыхъ на Англію приходится почти 17 милліардовъ, на Германію—14,3 милліарда, на Австро-Венгрію — 3 милліарда, на Францію—2,4 милл., на Россію—1,6 милл., на Бельгію—1,4 милл. Послѣ Европы на второмъ мѣстѣ по добычѣ угля стоитъ Америка съ ея 28,1 милліарда пудовъ, изъ которыхъ на Соединенные Штаты приходится 27,5 милліарда пудовъ. Добываемый въ Германіи ежегодно уголь имѣетъ стоимость около 2 милліардовъ марокъ (около 1 милліарда рублей), и надъ его добычей работаетъ почти 1 милліонъ человѣкъ *).

Глинистые сланцы, заключенные между слоями каменнаго угля, всегда содержатъ большое количество окаменѣлостей растеній. Эти окаменѣлости принадлежатъ тайнобрачнымъ: папоротникамъ, хвощамъ и плаунамъ. Изъ папоротниковъ особенно часто встрѣчаются три рода: пекоптерисъ

*) Цифры исправлены по „Almanach de Gotha“, „Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich“, „The statesman's Year-Book“ и „Ежегодникъ Россіи“; всѣ—за 1911 г.

Прим. пер.

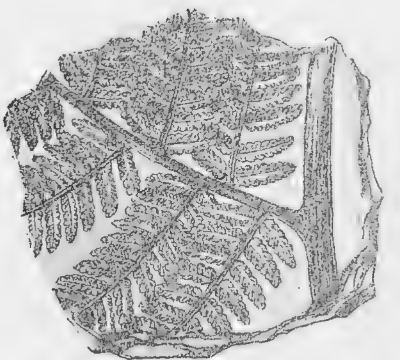
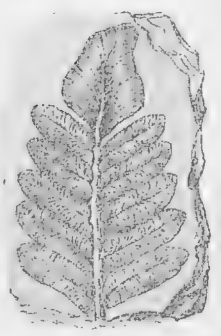


Рис. 28.—Pecopteris.



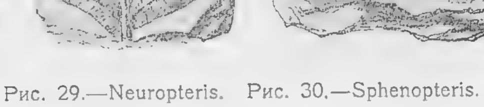


Рис. 29.—Neuropteris. Рис. 30.—Sphenopteris.

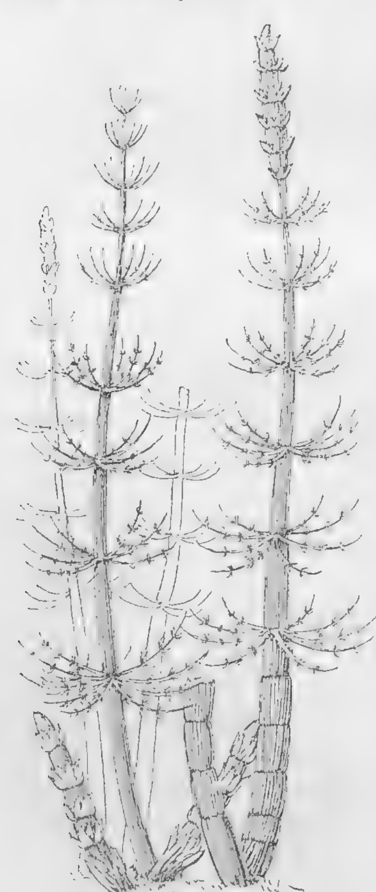


Рис. 31. — Calamites.

(Pecopteris, рис. 28) съ большими изящными вайями; нейроптерисъ (Neuropteris, рис. 29) съ сердцевидными листочками, средняя жилка которыхъ или только слабо развита, или совершенно отсутствуетъ, и сфеноптерисъ (Sphenopteris, рис. 30), у котораго листочки къ концу клиновидно расширены.

Отъ этихъ папоротниковъ сохранились преимущественно нѣжные отпечатки вайй, но отъ нѣкоторыхъ видовъ извѣстны также споровыя кучки (т. наз. сорусы), которыя, какъ и у современныхъ папоротниковъ, сидятъ на нижней поверхности вайй или на ихъ краяхъ. Многіе изъ нихъ были древовидными папоротниками, другіе—вьющимися. Хвощи достигали гигантскихъ размѣровъ: это были деревья, въ противоположность нынѣшнимъ низенькимъ хвощамъ. Древесные хвощи называются каламитами (Calamites, рис. 31). Ихъ стволы имѣли продольныя борозды и раздѣлялись на колѣна. Вѣтви, звѣздо-

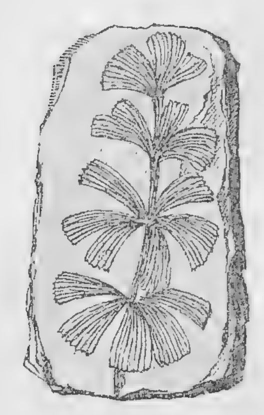


Рис. 32. — Sphenophyllum.

образно расположенныя, имѣли въ свою очередь точно такъ же расположенныя вѣточки; каждая вѣтвь, такъ сказать образовывала какъ бы отдѣльный хвощъ. Раньше, пока находили только отдѣльные отпечатки вѣтвей, ихъ считали за особый родъ хвощей и называли астрофиллитами (звѣздолистными). Каламиты—самыя распространенныя окамененѣлости въ каменноугольныхъ слояхъ. Очень изящный хвощъ каменноугольнаго періода былъ клинолистный сфенофиллумъ (Sphenophyllum, рис. 32), листья у котораго располагались на стеблѣ мутовками. Вверху стебель оканчивался спороноснымъ колоскомъ, какъ у современныхъ хвощей. Сфенофиллумъ былъ низкое растеніе, высотою не превышавшее современные хвощи. Плауны были представлены двумя родами деревьевъ: лепидодендронами и сигилляріями, въ то время, какъ современный плаунъ представляетъ низкое моховидное растеніе.

Рис. 33. — Lepidodendron: дихотомически вѣтвящаяся крона.

Лепидодендронъ (Lepidodendron, рис. 33) имѣлъ своеобразное строеніе: его стволъ вѣтвился дихотомически, т.-е. онъ дѣлился на двѣ равновеликихъ вѣтви, а каждая изъ нихъ въ свою

очередь дѣлилась дихотомически и т. д. Слѣдовательно, стволъ не простирался на всю крону, какъ у нашихъ лиственныхъ деревьевъ, но прекращался у основанія кроны. На поверхности стволъ лепидодендрона былъ покрытъ какъ бы чешуями. Эти чешуи (рис. 34), по которымъ растеніе и названо (lepidon = чешуя, dendron = дерево), имѣли ромбическую форму и располагались спирально. Въ дѣйствительности это не чешуи, но слѣды отпавшихъ листьевъ. На нихъ можно даже увидѣть мѣсто, гдѣ сосудистые пучки изъ ствола вступали въ черешокъ листа. Листья лепидодендроновъ были длинны и узки, линейные и густо расположены; концы вѣтвей дерева несли плоды въ видѣ еловыхъ шишекъ и представляли колоски съ капсулями споръ.

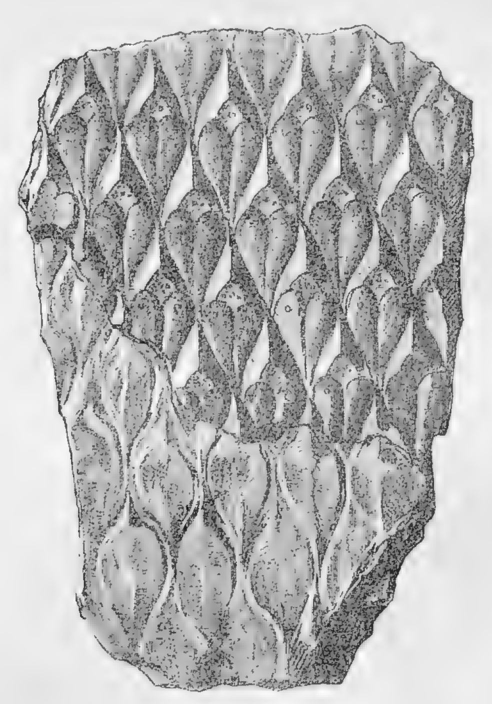


Рис. 34. — Lepidodendron: кусокъ ствола.

Сигиллярія была высокимъ деревомъ: находили стволы въ 20 метровъ длины. Ископаемый стволъ имѣетъ слѣды листьевъ, подобно стволу лепидодендрона, только они продольные и часто болѣе удалены другъ отъ друга; въ ихъ расположеніи можно видѣть и вертикальные, и спиральные ряды. Листья сигиллярій были линейные, какъ и листья лепидодендроновъ; они имѣли хорошо развитыя среднія жилки и были очень тѣсно расположены. Относительно плодоношенія не извѣстно ничего достовѣрнаго.

Богатые растительные остатки каменноугольныхъ слоевъ происходятъ только отъ тайнобрачныхъ. Всѣ цвѣтковыя растенія, даже самыя низшія хвойныя, еще отсутствовали въ каменноугольное время; поэтому растительный міръ той эпохи имѣлъ своеобразный видъ: странное впечатлѣніе производила бы на насъ мутовчатость стволовъ каламитовъ, дихотомиче-

ское вѣтвленіе лепидодендроновъ и, наконецъ, полное отсутствіе моноподіальнаго (monos = одинъ, pus = нога, подножіе) построенія нашихъ лиственныхъ деревьевъ, при которомъ стволъ продолжается до самой верхушки и остается главнымъ носителемъ кроны *).

Остатки животныхъ организмовъ встрѣчаются сравнительно рѣдко въ каменноугольныхъ слояхъ. Это большею частью крылья насѣкомыхъ, преимущественно таракановъ и древесныхъ клоповъ.

Каменный уголь—наземное образованіе, на что указываютъ вполнѣ опредѣленно животный и растительный міры. Какъ же происходило образованіе каменнаго угля?

Въ настоящее время углеродистыя соединенія образуются тамъ, гдѣ растительныя части подвергаются тлѣнію. Гумусъ, о которомъ уже упоминалось, какъ о составной части почвы, представляетъ такую углеродистую массу. Но не вездѣ сохраняется и не вездѣ происходитъ накопленіе такихъ массъ. На пашняхъ каждый годъ образуется новый гумусъ и все-таки его такъ мало, что онъ составляетъ только незначительный процентъ почвы. Въ лѣсахъ точно также незначителенъ ежегодный притокъ гумуса, хотя каждый годъ истлѣваетъ масса листьевъ. Происходитъ это оттого, что продукты разложенія наземныхъ растеній постоянно подвергаются дѣйствію воздуха, отчего растительные остатки окисляются въ углекислоту и воду и въ этомъ видѣ разсѣиваются въ воздухѣ. Такимъ образомъ, растительные остатки почти совершенно истлѣваютъ, остается лишь незначительное количество перегноя, который перемѣшивается съ верхнимъ слоемъ почвы (чему немало способствуютъ черви). Если кислороду прекращенъ свободный доступъ, то продукты разложенія сохраняются, въ особенности если гніеніе происходитъ подъ водой. Правда, въ текучихъ водахъ не можетъ происходить накопленія продуктовъ разложенія, потому что вода приноситъ съ собой все новые и новые запасы кислорода, и растенія истлѣваютъ до конца. Иначе происходитъ дѣло въ стоячихъ водахъ, лишенныхъ значительнаго притока свѣжей воды. Здѣсь прежде всего на самыхъ глубокихъ мѣстахъ скопляются остатки животныхъ и растеній,

*) Авторъ, чтобы рельефнѣе оттѣнить характеръ каменноугольной флоры, перечисляя встрѣчающіяся въ то время растенія, не упоминаетъ о голосѣмянныхъ, которыя, правда, въ этотъ періодъ играли еще очень подчиненную роль. *Прим. пер.*

обитавшихъ въ водѣ, какъ, напр., отмершія водоросли, трупы рачковъ и т. д. Они образуютъ на днѣ воднаго бассейна тонкій жирный илъ, который съ теченіемъ времени можетъ достигнуть мощности многихъ метровъ. Этотъ илъ, состоящій только изъ разложившихся водныхъ организмовъ, называется **сапропэлемъ** (saprорel; sapros = гнилой, pelos = илъ).

Одновременно съ этимъ у плоскаго прибрежья образуются продукты разложенія другого рода. Здѣсь роскошно разрослись болотныя растенія, главнымъ образомъ тростникъ, камышъ и родственныя имъ растенія, а также частуха, сусакъ, ежеголовникъ и т. д. Когда эти растенія отмираютъ, то подъ водой скопляется черная гумусовая масса, которая существенно отличается отъ сапропэля тѣмъ, что не содержитъ никакихъ жировъ. Масса гумуса увеличивается изъ года въ годъ и тѣмъ даетъ возможность болотнымъ растеніямъ все далѣе проникать въ озеро, которое постепенно выполняется, зарастаетъ и превращается въ сушу.

По мѣрѣ того, какъ болотныя растенія затягиваютъ озеро, съ суши надвигаются въ постепенно зарастающее озеро лѣсныя деревья, любящія влажную болотистую почву, у насъ, напр., черная ольха. Образуется поросшее лѣсомъ болото, на влажной почвѣ котораго все еще продолжается накопленіе гумуса. Позднѣе такое болото превращается въ торфяникъ.

При превращеніи въ сушу озеръ, лишенныхъ стока, образуются такимъ образомъ двѣ различныя содержащія углеродъ массы: сапропэль и гумусъ и, кромѣ того, неорганическій илъ (глина), смѣшавшійся на днѣ бывшаго воднаго бассейна съ богатымъ жирами сапропэлемъ и сдѣлавшійся отъ этого чернымъ и жирнымъ.

Эти процессы показываютъ намъ, какъ могъ образоваться каменный уголь. Въ то время во многихъ мѣстахъ тогдашнихъ материковъ существовали большія лишенныя стока озера, которыя постепенно превращались въ сушу, и на мѣстѣ которыхъ образовывались лѣсныя болота. Изъ влажной болотистой почвы подымались гигантскіе хвощи, простирая во всѣ стороны свои мутовки негибкихъ вѣтвей. Надъ ними сводомъ подымалась зеленая крыша круглыхъ кронъ лепидодендроновъ; здѣсь же высились стройныя сигилляріи. Почва обильно поросла чащей изъ папоротниковъ. Изъ этой чащи здѣсь и тамъ возвышались пышныя кроны вайй короткоствольныхъ древовидныхъ папоротниковъ; вокругъ толстыхъ, покрытыхъ слѣдами листьевъ стволовъ вились ползучіе папоротники. Тамъ же, гдѣ еще простиралась водная поверхность, подымали вверхъ свои красивыя

звѣзды листьевъ сфенофиллы и прямо, какъ свѣчи, высились надъ поверхностью воды спороносные колоски.

Древесные клопы и тараканы медленно и неуклюже ползали по стволамъ или порхали по кронамъ деревьевъ. Въ остальномъ животная жизнь мало проявлялась—ни животныя, ни птицы не оживляли молчаливаго лѣса.

Иногда съ шумомъ падалъ на землю одинъ изъ древесныхъ гигантовъ. Онъ медленно погружался въ воду и сгнивалъ въ ней вмѣстѣ съ опавшими листьями, вайями, вѣтвями и пловучимъ лѣсомъ, принесеннымъ ручьями.

Такъ образовывалась громадная масса гумуса. Когда впослѣдствіи погибли лѣса и гумусъ затянуло пескомъ и глиною, изъ мягкаго ила постепенно образовалась твердая и крѣпкая масса. Позднѣе такому превращенію способствовало горообразовательное давленіе.

Ясно распознаваемые остатки сохранились только отъ тѣхъ частей растеній, которыя были затянуты иломъ на днѣ бассейна. Конечно, онѣ тоже сгнили, но ихъ форма осталась запечатлѣнной въ глинѣ, а отъ древесины сохранился лишь ничтожный остатокъ въ видѣ нѣжной углистой пленочки (отпечатки папоротниковъ). Сохраненіе стволовъ происходило слѣдующимъ образомъ. Во всѣхъ стволахъ сердцевина была очень объемиста; она сгнивала прежде всего, и цилиндръ изъ древесины наполнялся иломъ. Затѣмъ обугливались древесина и кора ствола, который въ теченіе времени, потребнаго для обугливанія, сплющивался отъ тяжести покрывавшаго его глинистаго ила. Въ глинистой массѣ, окружавшей раздавленный стволъ, рѣзко и отчетливо отпечаталась кора. Такимъ образомъ мы часто находимъ или каменное ядро, замѣнившее собою сердцевину, на которомъ запечатлѣна внутренняя поверхность древеснаго цилиндра, или же обуглившійся древесный цилиндръ на каменномъ ядрѣ, или оттискъ коры на пластинкѣ глинистаго сланца. Эти различныя окаменѣлости часто находятъ не всѣ вмѣстѣ, а каждую въ отдѣльности, а также вѣтви, корни растеній и т. д. Прежде чѣмъ узнали, какія отдѣльныя части принадлежатъ другъ другу, ихъ описали, какъ особые виды. Этимъ объясняется большое количество названій для окаменѣлостей каменноугольныхъ слоевъ *).

*) Такъ, напр., корни лепидодендрона были описаны какъ особыя растенія и названы кнорріями; корневища сигиллярій были названы стигмаріями и т. д.

Прим. пер.

Каменные угли позднѣе подверглись преобразованіямъ. При этихъ процессахъ образовались углеводороды, которые иногда въ большомъ количествѣ встрѣчаются въ каменномъ углѣ. Такія включенія углеводорода весьма опасны для горнаго промысла. Когда углеводороды выходятъ наружу, то они смѣшиваются съ воздухомъ, причемъ образуется такая смѣсь газовъ, которая взрывается при малѣйшемъ пламени, когда, напр., рудокопы приходятъ на такое мѣсто съ открытыми лампами. Такіе взрывы ежегодно уносятъ много человѣческихъ жизней.

Каменноугольная эпоха—время расцвѣта тайнобрачныхъ растеній, которыя въ сравненіи съ нынѣ живущими достигали гигантской величины и замѣняли современныя деревья. Въ верхній карбонъ для Германіи начинается періодъ суши, продолжающійся долгое время.

Въ Европейской Россіи въ теченіе всего каменноугольнаго періода было море, занимавшее восточную половину ея и простиравшееся приблизительно отъ устьевъ Сѣверной Двины до устьевъ Дона.

Дополненіе къ переводу.

Въ концѣ карбона произошло **образованіе складокъ** земной коры.

Всѣ слои, о которыхъ мы говорили, первоначально отлагались горизонтально (или, по крайней мѣрѣ, на плоскостяхъ съ очень слабымъ наклономъ), да и въ настоящее время массы, соотвѣтствующія древнимъ горнымъ породамъ, отлагаются въ видѣ горизонтально лежащихъ слоевъ. Теперь древніе слои большею частью не лежатъ горизонтально, но изогнуты или собраны въ складки. Каждая складка состоитъ изъ двухъ частей (рис. 35): изгиба внизъ — мульды и изгиба вверхъ — сѣдла. Слои, образующіе складку, уже лежатъ не горизонтально, а наклонно. Они наклонены отъ вершины сѣдла къ самой глубокой части мульды. Продольное направленіе складокъ называется ихъ **простираніемъ**; направленіе, перпендикулярное къ главному направленію складокъ (или перпенди-

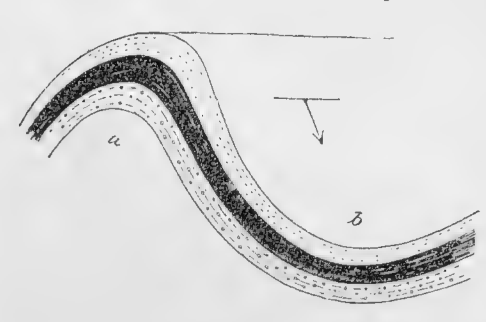


Рис. 35.— Складка. *a* — сѣдло, *b* — мульда, ⊤ знакъ простиранія и паденія слоевъ.

кулярное къ простиранію), называется **паденіемъ слоевъ**. Простираніе является одинаковымъ для всей складки, т.-е. для сѣдла и для мульды. Паденіе же бываетъ различно: оба крыла мульды наклонены другъ къ другу, а оба крыла сѣдла ото-

Рис. 36. — Наклонные слои цехштейна въ холмистой области Мансфельда (⫟ знакъ простиранія и паденія).

гнуты. Слѣдовательно, если складка простирается съ востока на западъ, то одно крыло мульды падаетъ на сѣверъ, а другое на югъ. Это же относится и къ крыльямъ сѣдла.

Большею частью видны только наклонные слои, рѣдко цѣлыя сѣдла или мульды (рис. 36). Чтобы въ такомъ случаѣ установить продольное направленіе складки, по поверхности слоя проводятъ горизонтальную линію, къ которой прикладываютъ компасъ *), чтобы съ точностью установить простираніе слоя. По линіи, перпендикулярной къ ней, опредѣляютъ паденіе слоевъ.

Въ концѣ карбона, въ средней Европѣ, именно въ Бельгійско-Рейнской области и далѣе на востокъ до Домброва въ

*) Компасъ, при помощи котораго опредѣляютъ простираніе и паденіе слоевъ, называется горнымъ компасомъ. Его устройство нѣсколько отличается отъ устройства обыкновеннаго компаса. *Прим. пер.*

Польшѣ произошла сильная складчатость. Всѣ ранѣе отложенные слои, начиная архейскими и кончая каменноугольными, были собраны въ складки. Эти складки во всей западной части этой области простираются съ юго-запада на сѣверо-востокъ (рис. 37), — таково, напр., главное направленіе складокъ въ Нижне-Рейнскихъ Сланцевыхъ горахъ, отчего въ наукѣ это направленіе и называется *нижнерейнскимъ*. Въ области Эльбы складки мѣняютъ это направленіе на сѣверо-западное—юго-восточное, какъ это можно видѣть на складкахъ Силезіи.

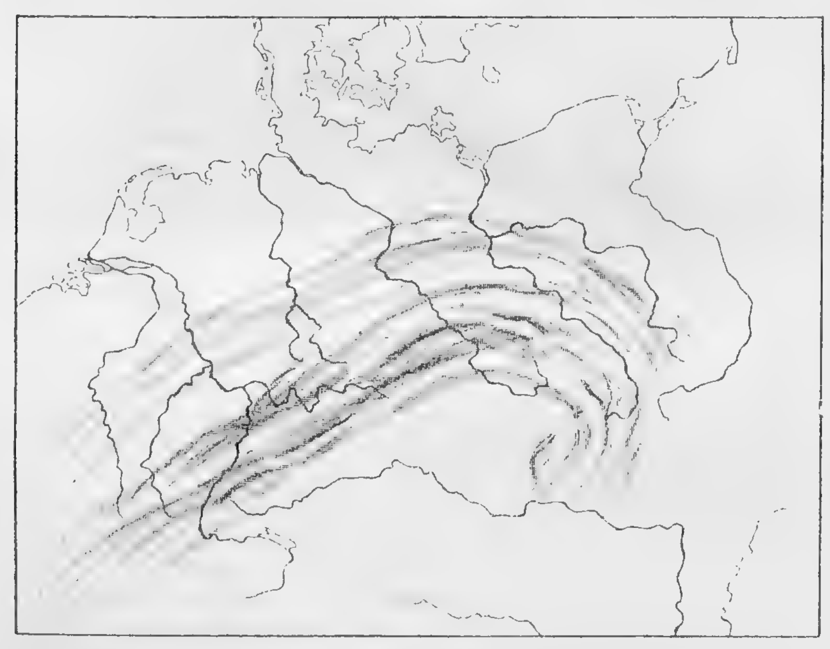


Рис. 37. — Система складокъ, образовавшихся въ карбонъ въ средней Европѣ.

Откуда же мы знаемъ, что эти складки произошли во время карбона? Другими словами говоря, откуда мы знаемъ время образованія складокъ?

На сильно изогнутыхъ и собранныхъ въ складки слояхъ девона въ Рейнскихъ Сланцевыхъ горахъ лежитъ пестрый песчаникъ, не собранный въ складки вмѣстѣ съ другими слоями (ср. профиль рис. 16). Слѣдовательно, когда откладывался пестрый песчаникъ, то образованіе складокъ было уже завершено. Болѣе того, до образованія пестраго песчаника прошло

продолжительное время, такъ какъ вершины сѣделъ уже были разрушены вывѣтриваніемъ и снесены. Между девонскимъ временемъ и временемъ образованія пестраго песчаника лежитъ

Рис. 38. — Высоты Болена у Заальфельда въ Тюрингіи.

время карбона, краснаго лежня и цехштейна. Слѣдовательно, въ одинъ изъ этихъ двухъ періодовъ должно было произойти образованіе складокъ. На высотахъ Болена (рис. 38 и 39) при Заальфельдѣ въ Тюрингіи на сильно складчатыхъ девонскихъ и камен-

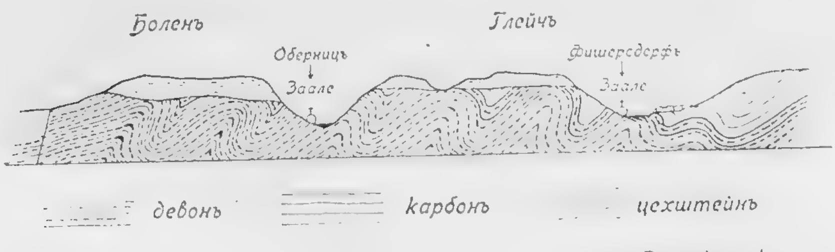


Рис. 39. — Схематическій профиль Болена и Глейча при Заальфельдѣ въ Тюрингіи (по Вальтеру).

ноугольныхъ слояхъ виденъ несобранный въ складки цехштейнскій известнякъ, а при Гетштедтѣ (рис. 40) въ холмистой области Мансфельда надъ косо поставленными каменноуголь-

ными слоями горизонтально лежитъ красный лежень. Слѣдовательно, еще передъ отложенiемъ слоевъ краснаго лежня закончились образованiе складокъ и частичный сносъ каменноугольныхъ слоевъ.

Такъ какъ карбонные слои также собраны въ складки вмѣстѣ съ нижележащими слоями, то образованiе складокъ происходило не въ началѣ карбона, а въ послѣднемъ его отдѣлѣ.

Подобное расположенiе слоевъ называется несогласнымъ напластованiемъ. При несогласномъ напластованiи болѣе древнiе слои прикрываются болѣе молодыми такимъ образомъ, что ихъ простиранiе и паденiе не согласно съ про-

Рис. 40. — Каменоломня близъ Гетштедта.

стиранiемъ и паденiемъ послѣднихъ. Несогласованность въ напластованiи указываетъ, что между образованiемъ тѣхъ и другихъ слоевъ лежитъ продолжительный промежутокъ времени, въ теченiе котораго произошли перемѣщенiя и сносъ собранныхъ въ складки горныхъ породъ. Въ противоположность несогласному напластованiю, при согласномъ напластованiи и древнiе, и болѣе молодые слои лежатъ параллельно другъ надъ другомъ и, слѣдовательно, согласуются въ своемъ простиранiи и паденiи (напр., девонскiе слои и кульмъ на профилѣ 39 лежатъ согласно другъ надъ другомъ).

Отчего же происходитъ образованiе складокъ въ земной корѣ? Какъ образуются складки, можно показать на простомъ опытѣ. Если сдвинуть скатерть съ двухъ противоположныхъ концовъ, то она собирается въ складки, которыя направлены

перпендикулярно къ направленію давленія. Этотъ опытъ показываетъ: 1) что складки производятся боковымъ давленіемъ и 2) тѣло, собранное въ складки, занимаетъ меньшую поверхность, чѣмъ несобранное. Точно также и складки земной коры производятся боковымъ давленіемъ, которое постоянно дѣйствуетъ въ земной корѣ. Съ этимъ давленіемъ мы уже познакомились въ предыдущихъ главахъ. Оно содѣйствуетъ уплотненію горныхъ породъ и производитъ въ нѣкоторыхъ изъ нихъ сланцеватость. Оно же собираетъ слои горныхъ породъ въ складки. Горообразовательное давленіе происходитъ отъ сжатія земного шара.

Кора, образовавшаяся первоначально на земномъ шарѣ, вскорѣ сдѣлалась большой для него, потому что земля, охлаждаясь, становилась все меньше и меньше. Вслѣдствіе этого первичная кора должна была опускаться вслѣдъ за сжимающимся ядромъ. При опусканіи части земной коры съ силою нажимали другъ на друга. Давленіе опускающихся массъ превратилось въ могучее боковое давленіе, которое и есть, въ сущности, горообразовательное давленіе. Сложенная въ складки кора образовала горныя цѣпи на поверхности земли.

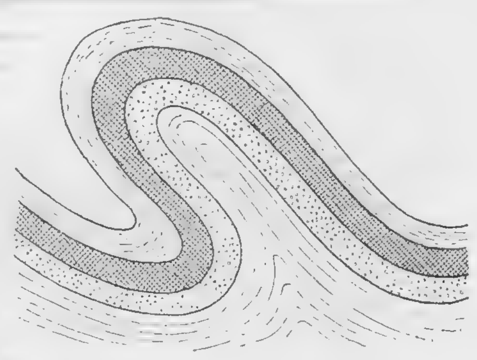


Рис. 41. — Опрокинутая складка.

Горообразовательное давленіе не всегда и не вездѣ одинаково сильно. Въ концѣ карбона оно выразилось особенно сильно въ средней Европѣ, гдѣ произвело большую складчатость. Но даже и въ самой области, гдѣ происходила складчатость, оно проявлялось съ различной силой,—такъ на ряду съ нормальными складками встрѣчаются и опрокинутыя. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ давленіе особенно сильно, складки выдавливаются на значительную высоту и затѣмъ опрокидываются. На опрокинутыхъ складкахъ видно (рис. 41), что въ одномъ мѣстѣ слои лежатъ въ обратномъ порядкѣ: болѣе юные внизу, болѣе древніе — вверху. Подобное опрокидываніе произошло, напр., при образованіи складокъ въ Гарцѣ у Раммельсберга при Госслярѣ (рис. 42), гдѣ опрокинутый продуктивный каменноугольный

слой кк лежитъ подъ болѣе древними девонскими слоями с и sp.

Но что же происходитъ съ различными горными породами при образованiи складокъ? Многiя горныя породы могутъ сги-

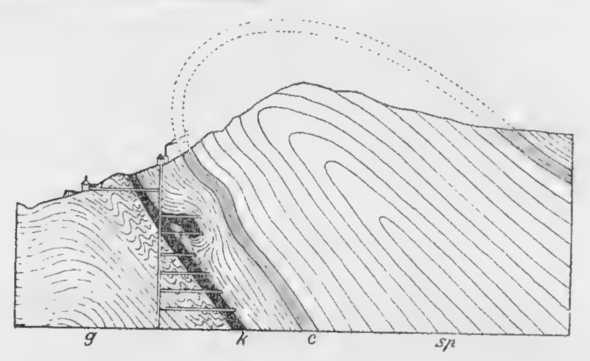


Рис. 42. — Раммельсбергъ при Госсларѣ.

баться, не ломаясь, напр., слои глины, но многiя не пластичны и, если и изгибаются, то лишь въ малой степени, большею же частью совсѣмъ не могутъ сгибаться. Онѣ уступаютъ давленiю только до извѣстной степени, надламываются, однѣ глыбы опускаются, другiя выдавливаются кверху. Такое перемѣщенiе слоевъ называется сбросомъ (рис. 43 и ср. рис. 92). Сбросъ, слѣдовательно, представляетъ слѣдующее: какая-нибудь опре-

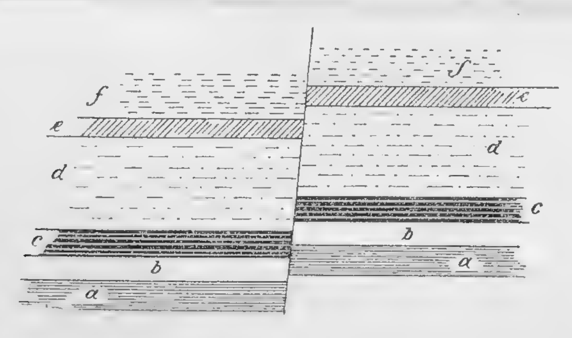


Рис. 43. — Сбросъ.

дѣленная группа слоевъ внезапно прерывается и примыкаетъ къ другой группѣ, которая вообще въ другихъ мѣстахъ, лежитъ выше или ниже ея. Продолженiе этой группы является такимъ образомъ сдвинутымъ или внизъ, или вверхъ. Такимъ

образомъ по трещинѣ сброса слои сдвинуты относительно другъ друга такъ, что одно крыло лежитъ выше, а другое ниже, образуя такъ называемое висячее и опущенное крыло. Во время опусканія глыбы горныхъ породъ тѣсно прижимаются другъ къ другу горообразовательнымъ давленіемъ, вслѣдствіе чего одна скользитъ вдоль другой подъ сильнымъ давленіемъ. Поверхность скольженія является гладкой, часто какъ бы полированной и покрытой царапинами, идущими въ направленіи скольженія. Такія покрытыя царапинами полированныя поверхности можно часто наблюдать въ каменоломняхъ. Такъ какъ пласты горныхъ породъ перемѣщаются не только въ вертикальномъ, но и въ горизонтальномъ направленіи *), то наряду съ вертикально идущими царапинами встрѣчаются и горизонтальныя. Трещины и разрывы, которые образовались при перемѣщеніяхъ, недолго оставались открытыми; они выполнялись такъ называемыми новообразованіями. Вода, просачиваясь въ землю, проникала туда и отлагала на стѣнкахъ расщелины растворенныя въ ней вещества. Изъ слоевъ известняка она приносила съ собой известь и выдѣляла ее въ видѣ бѣлаго известковаго шпата; изъ силикатовыхъ черныхъ породъ она приносила большія количества растворенной кремнекислоты и отлагала ее въ видѣ молочно-бѣлаго кварца.

Рис. 44.—Свинцовый блескъ.

Кромѣ того, въ просачивающейся водѣ заключались многіе тяжелые металлы (олово, серебро, цинкъ и др.), слѣды которыхъ встрѣчаются во многихъ горныхъ породахъ. Просачивающаяся вода снесла въ одно мѣсто эти ничтожныя количества и отложила ихъ тамъ. Выдѣленію металловъ содѣйствовалъ сѣроводородный газъ, поднимавшійся по трещинамъ изъ глубины (сѣроводородъ и сѣрнистая кислота выдѣляются во время изверженія вулкановъ и распространяются по трещинамъ горныхъ породъ). Какъ извѣстно, сѣрнистыя соединенія металловъ образуются отъ дѣйствія сѣроводорода на тяжелые

*) Вообще перемѣщенія въ горизонтальной плоскости наз. сдвигами. Сбросъ въ одно и то же время можетъ сопровождаться и сдвигомъ.

Прим. пер.

металлы; то же произошло и здѣсь, и сѣрнистыя соединенія отложились въ трещинахъ. Такъ образовались свинцово-сѣрый, обладающій металлическимъ блескомъ сѣрнистый свинецъ, называемый свинцовымъ блескомъ (рис. 44), бурая, обладающая стеклянным блескомъ цинковая обманка (сѣр-

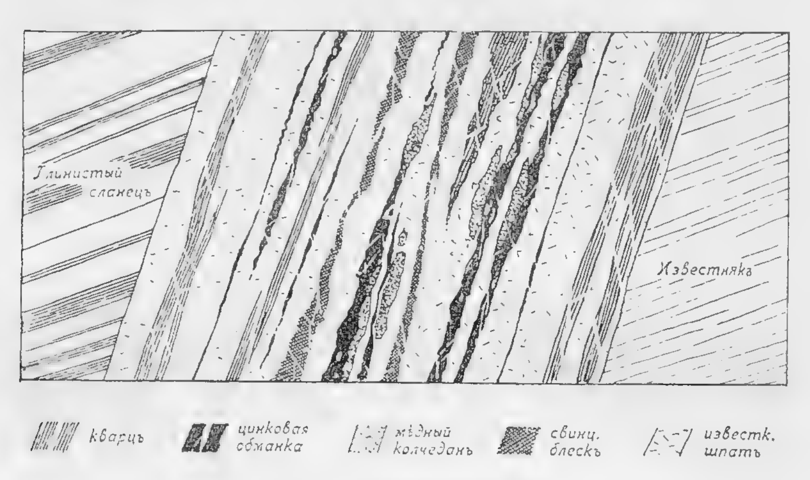


Рис. 45. — Рудоносная жила.

нистый цинкъ), латунно-желтый мѣдный колчеданъ (сѣрнистая мѣдь въ соединеніи съ сѣрнистымъ желѣзомъ), различныя серебряныя руды и т. д. Такимъ образомъ образовались рудоносныя жилы (рис. 45), которыя разрабатываются въ Рудныхъ горахъ, въ Гарцѣ и т. п. Руды не выполняютъ всей трещины, но онѣ включены въ такъ называемыхъ жилахъ изъ кварца, известковаго шпата и пр.

Образованіе складокъ и сбросовъ не происходитъ сразу. Перемѣщеніе слоевъ совершается какъ бы толчками. На поверхности земли эти отрывистые толчки ощущаются въ видѣ землетрясеній.

Землетрясенія.

При землетрясеніи происходитъ колебаніе поверхности земли то въ видѣ одиночныхъ, то въ видѣ волнообразныхъ поднятій и опусканій почвы. Колебаніе земной поверхности сопровождается подземнымъ гуломъ и нѣкоторыми другими явленіями. Часто почва разрывается, и образуются трещины, которыя

иногда расходятся во всѣ стороны, какъ радіусы отъ общаго центра (рис. 46). Иногда вдоль такихъ трещинъ происходитъ боковое перемѣщеніе пластовъ (сдвигъ), такъ что, напр., желѣзнодорожные рельсы изгибаются и т. д. При такихъ перемѣщеніяхъ почва сильно сдавливается, такъ что подпочвенная вода, илъ и пр. выдавливаются наружу. Вмѣстѣ съ водой выдавливаются и почвенные газы; если выходящій наружу газъ выноситъ съ собой песокъ, то послѣдній накопляется у выхода въ видѣ небольшого отлогаго конусообразнаго холмика, на вершинѣ котораго образуется углубленіе (мѣсто выхода газа) на подобіе кратера (рис. 46).

Если землетрясеніе происходитъ на земной поверхности, то въ колебаніи земной поверхности принимаетъ участіе и дно

Рис. 46. — Трещины при землетрясеніи и песочные кратеры.

моря, отчего возникаютъ громадныя волны, далеко набѣгающія на сушу, въ особенности если ихъ гонитъ на берегъ сильная буря. Такъ, при землетрясеніи, бывшемъ въ Передней Индіи въ 1876 г., громадная волна смыла болѣе 100 ты-

сячъ человѣкъ. Въ Перу въ 1724 г. волна выбросила на берегъ четыре корабля на разстояніе болѣе 4 верстъ. Въ горахъ при землетрясеніи нерѣдко образуются обвалы, причемъ глыбы земли и скалы, которыя слабо держались на склонахъ, отдѣляются и низвергаются. Кстати, слѣдуетъ замѣтить, что не всѣ горные обвалы происходятъ отъ землетрясеній. Массы горныхъ породъ могутъ быть подмыты водой, вслѣдствіе чего онѣ соскальзываютъ внизъ. При землетрясеніи приходитъ въ колебаніе значительная область, въ срединѣ которой, въ такъ называемомъ эпицентрѣ, ударъ всего сильнѣе; сила ударовъ убываетъ по направленію къ краямъ.

Очагъ или центръ землетрясенія находится въ нѣдрахъ земной коры, именно тамъ, гдѣ пласты горныхъ породъ перемѣщаются относительно другъ друга, т.-е. въ трещинѣ излома. Подземный гулъ—это шумъ, производимый треніемъ другъ о друга земныхъ глыбъ. Естественно, то мѣсто земной поверхности, которое лежитъ какъ разъ надъ центромъ, испытываетъ самый сильный ударъ. Это и есть центръ области, охваченной землетрясеніемъ, т.-е. эпицентръ.

Сила землетрясенія зависитъ отъ разныхъ причинъ. При этомъ важную роль играетъ глубина центра.

Вообще землетрясенія со всѣми сопровождающими ихъ явленіями принадлежатъ къ самымъ страшнымъ явленіямъ природы. Достаточно колебанія земной поверхности всего на нѣсколько миллиметровъ, чтобы навести на людей страхъ и ужасъ. Дома не выдерживаютъ сильныхъ сотрясеній (рис. 47) и рушатся; огонь выкидывается изъ печей, возникаютъ пожары и доканчиваютъ страшное дѣло разрушенія. Такъ, въ концѣ декабря 1908 г. цвѣтущій городъ Мессина съ окружающими его селеніями и городками былъ совершенно уничтоженъ землетрясеніемъ. Ту же судьбу испытало С. Франциско въ 1906 г. Оказывается, что лучше всего выдерживаютъ удары маленькія и легкія хижины, какія строятъ въ Японіи и другихъ областяхъ, подверженныхъ частымъ землетрясеніямъ. Почти всѣ большія землетрясенія сопровождаются человѣческими жертвами. Людей убиваютъ падающіе обломки зданій или же ихъ смываютъ морскія волны, заливающія сушу. При мессинскомъ землетрясеніи въ 1908 г. погибло около 198.000 человѣкъ. Кто не видѣлъ страны послѣ землетрясенія, когда города и селенія лежатъ въ развалинахъ, а населеніе ютится въ палаткахъ и дощатыхъ шалашахъ, кто не былъ свидѣтелемъ отчаянія, охватывающаго въ такое время людей, — тому

трудно представить себѣ силу впечатлѣнія, производимаго землетрясеніемъ.

Кромѣ описанныхъ сейчасъ землетрясеній, такъ называемыхъ **тектоническихъ** землетрясеній, есть еще другой видъ землетрясеній **отъ проваловъ,** происходящихъ при обрушиваніи потолка подземной пещеры. На поверхности они дѣйствуютъ

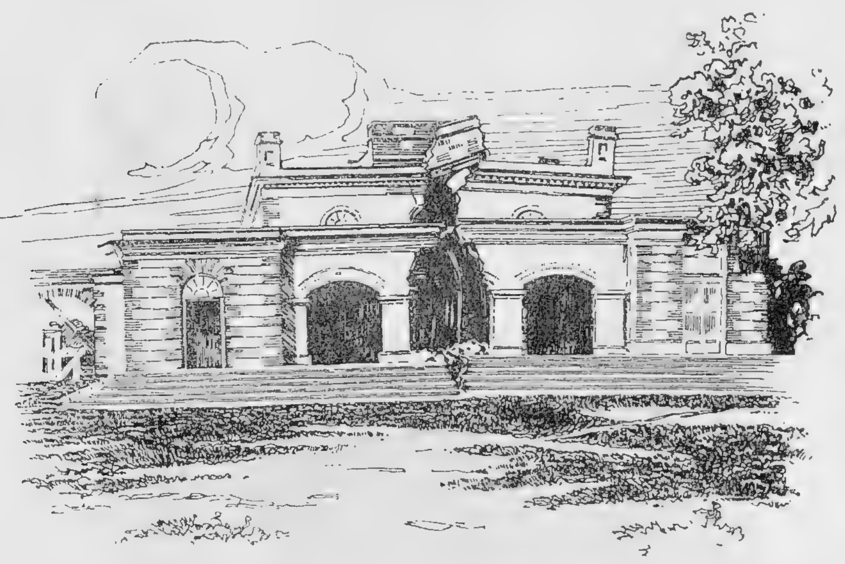


Рис. 47.—Домъ, разрушенный трещиной, образовавшейся отъ землетрясенія.

подобно тектоническимъ землетрясеніямъ, но охватываютъ гораздо меньшую область. Изверженія вулкановъ обыкновенно сопровождаются **вулканическими** землетрясеніями.

Въ Европейской Россіи землетрясеній не бываетъ; она принадлежитъ къ сейсмически покойнымъ областямъ (seismos = колебаніе), хотя на югѣ ощущаются колебанія отъ землетрясеній, происходящихъ въ Карпатахъ, на Балканскомъ полуостровѣ и пр. Напротивъ, въ Азіатской Россіи, за исключеніемъ западной Сибири, также сейсмически покойной, землетрясенія очень часто происходятъ на Кавказѣ, въ Туркестанѣ, Забайкальѣ, Алтаѣ и Камчаткѣ. Главный центръ кавказскихъ землетрясеній находится въ Закавказьѣ, у Шемахи и Арарата. Въ Туркестанѣ главный центръ землетрясенія находится на сѣверномъ склонѣ Александрійскаго хребта, на сѣверномъ склонѣ Алайскаго хребта, Туркестанскаго и Копетъ-дага, гдѣ происходили всѣ наиболѣе разрушительныя землетрясенія (напр., въ гор. Вѣрномъ въ 1895 г.). Въ Забайкальѣ главный центръ находится вблизи южнаго конца Байкала. Землетрясенія въ другихъ частяхъ Россіи происходятъ рѣдко и бываютъ по большей части очень слабы.

Дополненіе къ переводу.

Горообразованіе.

Въ тѣсной связи съ тектоническими землетрясеніями стоитъ горообразованіе.

Горные хребты состоятъ изъ сложенныхъ въ складки горныхъ породъ. Однако, не слѣдуетъ думать, что сѣдла соот-

Рис. 48. — Проходъ Луэчъ при Голлингѣ, въ Верхней Австріи.

вѣтствуютъ хребтамъ, а мульды долинамъ. Форма современныхъ горъ произошла скорѣе отъ размывающаго дѣйствія воды, такъ называемой **эрозіи.** Мы знаемъ, что вода размываетъ горныя породы и уноситъ продукты разрушенія. Слѣдовательно, вода должна образовывать ложбины въ горной породѣ. Эти ложбины съ теченіемъ времени углубляются, стѣнки

обваливаются, и такъ постепенно образуется долина, поперечный разрѣзъ которой имѣетъ форму латинской буквы V (рис. 48). Позднѣе, если продолжается глубинная эрозія, вода размываетъ склоны своего ложа, рѣка начинаетъ извиваться, образуетъ „меандры“ (извилины). Такимъ путемъ расширяется долина.

Точно такъ же и въ сложенной въ складки горной породѣ вода промываетъ себѣ ложбину. Самыя высокія части сѣдла легче всего подвергаются разрушенію, потому что онѣ сильнѣе всего изогнуты, многократно расщеплены, взрыхлены. Часто поэтому на профиляхъ отсутствуютъ вершины сѣделъ, и геологъ долженъ искусственно возстановить связь, дополняя не-

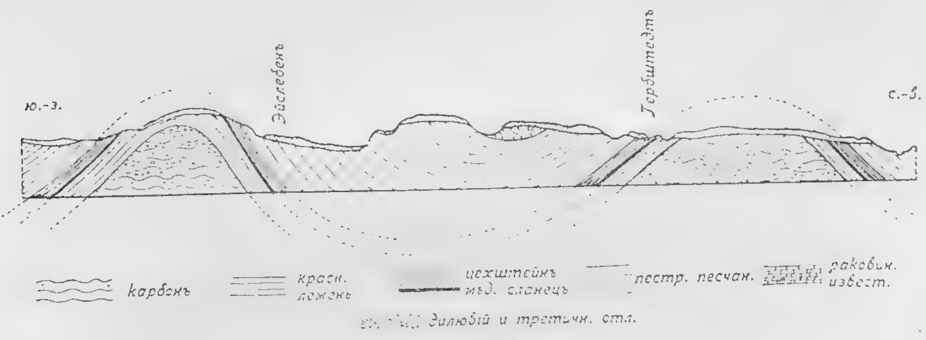


Рис. 49. — Профиль черезъ Мансфельдскую холмистую область.

достающія части воздушными линіями (воздушныя сѣдла, рис. 49). Такимъ образомъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ сѣдло можетъ быть размыто въ глубокую долину. Напротивъ, очень твердая горная порода въ срединѣ мульды можетъ долго сопротивляться эрозіи, и впослѣдствіи самая глубокая часть мульды выступитъ надъ окружающей мѣстностью, какъ горная цѣпь. Эрозіей могутъ быть превращены въ цѣпь горъ (такъ называемыхъ орографическихъ, а не геологическихъ горъ) несложенные въ складки слои. Отличный примѣръ такой орографической горной страны представляетъ Саксонская Швейцарія, о строеніи которой мы скажемъ впослѣдствіи.

Хотя эрозія и важнѣе всего для сформированія горъ, тѣмъ не менѣе горообразованіе существеннымъ образомъ принимаетъ въ этомъ участіе, потому что вслѣдствіе образованія складокъ, послѣ сноса сѣделъ, слои, которые лежали другъ подъ другомъ, оказываются лежащими рядомъ. Благодаря этому дѣлаются доступными эрозіи глубинные слои. Сначала вода

смываетъ мягкій, легко разрушаемый слой, и возникаетъ долина. Болѣе же твердые и болѣе способные сопротивляться слои остаются въ видѣ горныхъ цѣпей. Эти долины и хребты имѣютъ то же направленіе, какъ и складки (направленіе простиранія). Если же твердая горная порода въ какой-нибудь своей части оказываетъ водѣ меньшее сопротивленіе, то здѣсь она вскорѣ сдѣлается жертвой эрозіи. Вода прокладываетъ себѣ путь поперекъ хребта, отчего самый горный хребетъ еще болѣе расчленяется. Такъ постепенно вырабатываются разнообразныя формы горныхъ цѣпей.

Въ первую минуту можетъ показаться страннымъ, что долины, которыя часто бываютъ глубоки и широки, размыты только одною водою. Вѣдь рѣчка или рѣка, протекающая по долинѣ, часто очень мала и бѣдна водой. Поэтому не слѣдуетъ забывать, что вода работаетъ надъ дѣломъ разрушенія непрерывно въ теченіе цѣлыхъ тысячелѣтій и за это долгое время безчисленно многія небольшія дѣйствія даютъ громадный результатъ. Нельзя также пренебрегать отдѣльными дѣйствіями: количество ила, которое уносится рѣкой въ половодье, гораздо значительнѣе, чѣмъ это думаютъ.

Приведемъ два примѣра: Лейтра, небольшая рѣка подъ Іеной, по наблюденіямъ І. Вальтера, въ одинъ грозовой день въ каждомъ литрѣ воды несетъ 7,5 граммовъ твердыхъ частицъ (рѣчная муть), а такъ какъ въ одну секунду протекаетъ 4 куб. метра воды, то получается, что въ каждую секунду уносится 30 килограммъ (болѣе $1^3/_4$ пуда) осадковъ, а, слѣдовательно, въ одинъ день — 2.592.000 килограммовъ (155.520 пудовъ) или одна тысяча кубическихъ метровъ (почти 103 куб. сажени). Открытая товарная платформа подымаетъ десять тоннъ (около 620 пудовъ) балласту, но для перевозки этой массы нужно было бы 260 такихъ платформъ или пять поѣздовъ, въ 52 вагона каждый. Примемъ далѣе, что въ году бываетъ 18 грозовыхъ дней; тогда ежегодная работа рѣчки соотвѣтствуетъ 90 товарнымъ поѣздамъ. Обыкновенные дождливые дни не приняты во вниманіе. Такова разрушительная работа, производимая въ теченіе одного года маленькой рѣчкой въ долинѣ, длиною всего въ 6 километровъ. Еще значительнѣе работа большой рѣки. Такъ, р. Заале въ окрестности г. Галле въ одинъ день половодья съ 8 по 9 февраля 1909 г. снесла 2.160 милліоновъ килограммовъ песку, что соотвѣтствуетъ грузу 360 товарныхъ поѣздовъ. Если представить себѣ, что такая работа продолжается цѣлыя тысячелѣтія, то

станетъ понятнымъ, почему эрозія вырабатываетъ долины глубиною въ сотни метровъ.

Естественно, работа воды зависитъ отъ того, рыхла ли горная порода и легко ли поддается дѣйствію воды, или же она тверда и способна къ сопротивленію. Въ первомъ случаѣ возникнутъ узкія глубокія долины съ крутыми склонами, въ послѣднемъ же — широкія луговыя долины.

Значительное расширеніе долинъ бываетъ оттого, что съ сосѣднихъ горъ отдѣляются и низвергаются массы земли. Такіе горные обвалы образуются оттого, что подмываются скалы у основанія. Именно, если слой болѣе мягкой горной породы лежитъ подъ слоемъ болѣе способнымъ къ сопротивленію и скорѣе, чѣмъ этотъ послѣдній, разрушается, то верхній слой теряетъ опору, обрывается, и масса его скользитъ внизъ по склону, разрушая все на своемъ пути.

Точно такъ же образовавшіяся въ средней Европѣ въ концѣ карбона горныя цѣпи, называемыя „варискійскими горами", подверглись эрозіи. Это видно изъ того, что плоскости налеганія вышележащихъ слоевъ у Болена (рис. 38) и на другихъ мѣстахъ почти ровны. Какъ высока была „варискійская цѣпь", съ точностью нельзя установить; можетъ быть, она была немного ниже современныхъ Альпъ.

Въ Европейской Россіи каменноугольныя отложенія занимаютъ обширное пространство. Среднерусское море въ началѣ каменноугольнаго періода было мелко и временно отступило къ востоку, отчего продуктивные слои представляютъ такія же образованія прибрежно-болотнаго типа, какъ въ Западной Европѣ, всѣ же вышележащіе слои нижняго и верхняго отдѣловъ являются осадками открытаго моря. Границами этого моря, какъ уже говорилось выше, служитъ приблизительно линія, соединяющая устье С. Двины съ устьемъ Дона. Впослѣдствіи осадки Донецкаго бассейна претерпѣли сильное перемѣщеніе, выразившееся въ сложныхъ сбросахъ и пологихъ складкахъ. Въ Азіатской Россіи каменноугольныя отложенія развиты во многихъ мѣстахъ и выражены преимущественно известняками.

Дополненіе къ переводу.

V. Діасъ или пермская формація.

Группу слоевъ, слѣдующую за карбономъ, называютъ **діасомъ** или **пермской формаціей.** Послѣднее названіе она получила оттого, что система слоевъ, образовавшихся въ это время, имѣетъ большое развитіе на востокѣ Европейской Россіи и особенно въ Пермской губерніи, гдѣ впервые была описана и

выдѣлена въ особую формацію англійскимъ геологомъ Мурчисономъ. Во всей Западной Европѣ ее называютъ діасомъ (dyo = два) вслѣдствіе рѣзкаго раздѣленія на два отдѣла. Въ нижнихъ своихъ частяхъ діасъ состоитъ изъ красныхъ песчаниковъ и конгломератовъ, а въ верхнихъ—изъ известняка и гипса. Эти два отдѣла называются красным ъ лежнем ъ и цехштейном ъ.

А. Красный лежень.

„Красный лежень“ получилъ свое названіе, съ одной стороны, отъ того, что составляющія его горныя породы краснаго цвѣта, а съ другой—отъ того, что былъ издавна извѣстенъ рудокопамъ какъ слой, лежащій подъ мѣдистымъ сланцемъ.

Красный лежень состоитъ изъ мощной серіи слоевъ краснаго песчаника и конгломератовъ.

Конгломераты можно разсматривать какъ грубозернистые песчаники. Это песчаники, заключающіе въ себѣ большое количество крупныхъ окатанныхъ камней (галекъ). Гальки состоятъ преимущественно изъ молочно-бѣлаго кварцита, но въ верхнихъ слояхъ часто встрѣчается порфировая галька. Если песчаникъ представляетъ сцементированный въ горную породу песокъ, то конгломератъ представляетъ сцементированныя гальки. Красный лежень очень бѣденъ окаменѣлостями; чаще всего находятъ въ немъ стволы окаменѣлыхъ деревьевъ; стволы сохранились большею частью отдѣльными кусками, но изрѣдка попадаются и цѣлые. Окаменѣлые стволы состоятъ изъ кремнекислоты, какъ кварцъ, и потому они тверды,—такъ тверды, что, подобно кремню, даютъ искры, когда ударяешь по нимъ кускомъ стали. Такъ какъ строеніе древесины стволовъ хорошо сохранилось, то можно было установить, какимъ деревьямъ они принадлежатъ. Это отчасти хвойныя, родственныя араукаріямъ, отчасти древовидные папоротники. Окаменѣлые стволы папоротниковъ называются псароніями (Psaronius). Если сдѣлать шлифъ черезъ поперечный разрѣзъ псаронія, то на поверхности его виденъ прекрасный рисунокъ (рис. 50). Сосудистые пучки древовидныхъ папоротниковъ являются или болѣе свѣтлыми, или болѣе темными, чѣмъ остальная масса, и рѣзко выдѣляются на фонѣ послѣдней. Смотря по формѣ сосудистыхъ пучковъ, рисунокъ бываетъ различный. Иногда поперечные разрѣзы этихъ пучковъ червеобразны, иногда округлы—въ этомъ случаѣ камень называется „скворцовымъ“ камнемъ, такъ какъ напоминаетъ опереніе скворца.

Кромѣ превратившихся въ кремень стволовъ, въ красномъ лежнѣ встрѣчаются и отпечатки вѣтвей хвойнаго дерева вальхіи (Walchia piniformis; pinus=сосна, piniformis=имѣющій видъ сосны). Въ красномъ лежнѣ впервые встрѣчаются настоящія хвойныя деревья.

Прежде, чѣмъ обратиться къ животнымъ остаткамъ, разсмотримъ вкратцѣ, какъ можетъ превратиться въ кремень дерево. Вода въ землѣ содержитъ нерѣдко въ растворѣ кремнекислоту; въ особенности богаты кремнекислотой горячіе источники и гейзеры,—богаты настолько, что вокругъ нихъ образуются цѣлые валы „кремнистаго туфа". Обыкновенная горная влажность

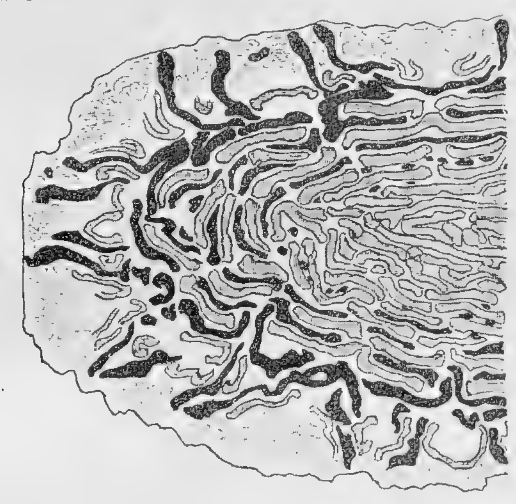


Рис. 50.—Поперечный шлифъ черезъ псароній.

содержитъ гораздо меньшее количество кремнекислоты, но и его часто бываетъ достаточно, чтобы съ теченіемъ времени превратить растенія или ихъ части въ камень. Если стволы растеній пропитываются содержащей кремнекислоту водой, то кремнекислота откладывается въ стѣнкахъ клѣтокъ. Если этотъ процессъ продолжается очень долгое время, то весь стволъ такъ проникается кремнекислотой, что въ концѣ-концовъ почти вполнѣ состоитъ изъ нея. Такъ какъ проникновеніе кремнекислоты совершается очень медленно и постепенно, то всѣ тонкости строенія растительныхъ тканей вполнѣ сохраняются.

Между бѣдными окаменѣлостями слоями краснаго лежня въ Саксоніи встрѣчаются слои известняка, поверхность котораго обильно покрыта скелетами и отпечатками панцырей живот-

ныхъ, похожихъ на саламандръ. Эти остатки принадлежатъ первичнымъ хвостатымъ амфибіямъ. Ясно, что этотъ известнякъ представляетъ отложенія воднаго бассейна, обильно населеннаго этими амфибіями. Чаще всего встрѣчающійся видъ былъ тупорылый бранхіозавръ (Branchiosaurus amblystomum рис. 51 и 52). Маленькое животное, въ 10 — 20 сант. длины, было немного меньше огненной саламандры, но весьма похоже на нее по формѣ тѣла. Голова бранхіозавра была очень широка, рыло тупое (amblystomum=тупорылый); хвостъ былъ очень коротокъ, толстый при основаніи и быстро утончавшійся къ концу. Черепъ состоялъ весь изъ костей, а не былъ отчасти хрящевой и отчасти костный, какъ это мы видимъ у современной саламандры. Замѣчательны были покровы тѣла: спина, вѣроятно, была покрыта голой кожей, потому что отъ спины

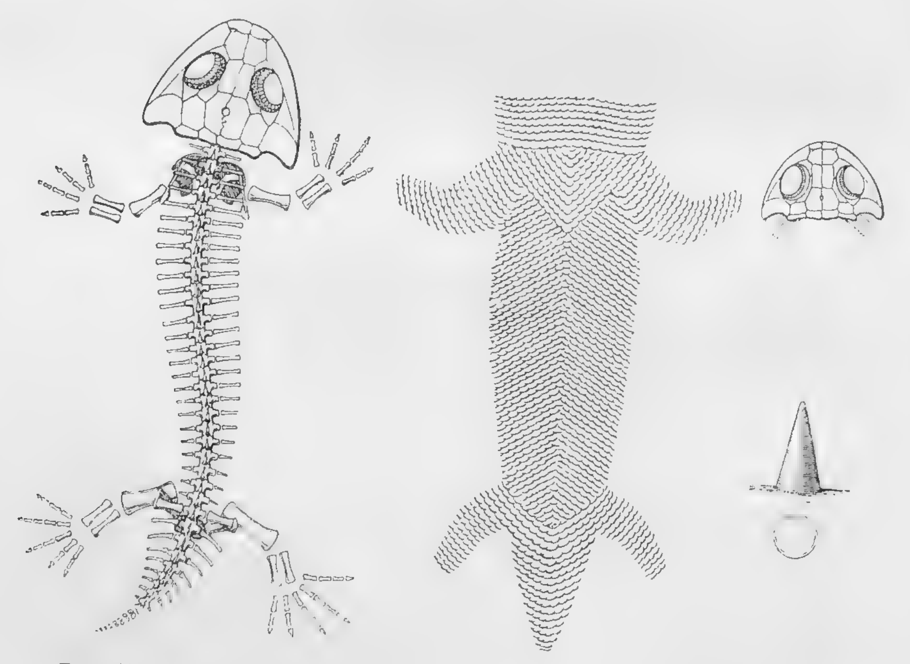


Рис. 51. — Branchiosaurus amblystomum: скелетъ, брюшной панцырь, черепъ личинки, зубъ.

ничего не сохранилось, а нижняя сторона тѣла имѣла чешуйчатый панцырь.

Бранхіозавры жили, подобно нашимъ хвостатымъ амфибіямъ, и на землѣ, и въ водѣ. Они были хищниками; отъ нихъ нашли

окаменѣлые остатки кала, состоящіе изъ обломковъ костей. Болѣе крупные пожирали мелкихъ, а послѣдніе пожирали маленькихъ водныхъ животныхъ, отъ которыхъ не сохранилось остатковъ. Первичныя хвостатыя амфибіи претерпѣвали превращеніе (метаморфозъ), какъ современныя. Ихъ головастики,

Рис. 52. — Бранхіозавръ (Branchiosaurus amblystomum).

отъ которыхъ найдены отпечатки, достигали длины около 3 сантиметровъ; они дышали жабрами, слѣдовательно, жили въ водѣ, какъ головастики нашихъ тритоновъ.

Кромѣ маленькихъ бранхіозавровъ, существовали болѣе крупные археговавры, длиною въ одинъ метръ. Ихъ зубы у основанія были радіально складчаты, отчего они пріобрѣтали бо̀льшую твердость.

Первичныя хвостатыя амфибіи близко стоятъ къ современнымъ амфибіямъ и пресмыкающимся. Съ хвостатыми амфибіями онѣ имѣютъ общее: голую кожу спины, отсутствіе настоящихъ реберъ и превращеніе; съ пресмыкающимися: костяной черепъ и панцырь изъ чешуй. Слѣдовательно, это былъ смѣшанный или коллективный типъ. Такіе смѣшанные типы встрѣчаются въ древнемъ мірѣ, какъ первые представители болѣе крупныхъ группъ животныхъ. Такимъ же смѣшаннымъ типомъ являются извѣстныя уже намъ девонскія рыбы.

Попытаемся же вникнуть въ процессы образованія краснаго лежня и обратимъ поэтому особенное вниманіе на конгломераты. Конгломераты—это сцементированныя рѣчныя гальки.

Однако при обыкновенныхъ условіяхъ рѣки образуютъ только узкія отложенія гальки, шириною въ ложе рѣки. Простирающіяся во всѣ стороны обширныя залежи конгломератовъ, особенно окрашенныхъ въ красный цвѣтъ, образуются въ скалистыхъ и щебневыхъ пустыняхъ *).

Скалистыя и щебневыя пустыни.

Пустыни представляютъ собою большія сухія пространства съ весьма незначительнымъ количествомъ осадковъ. Обыкновенно мы представляемъ себѣ пустыню какъ обширную область песчаныхъ дюнъ. Однако песчаныя пустыни являются лишь однимъ изъ видовъ пустынь, и даже не первоначальной формою: потому что самый песокъ есть продуктъ пустыни. Слѣдовательно, послѣдняя уже должна была раньше существовать въ иной формѣ прежде, чѣмъ она превратилась въ песчаную. Первоначальная форма пустынь — скалистая пустыня; въ ней скалы стоятъ голыя и не прикрытыя другими образованіями.

Въ скалистой пустынѣ вывѣтриваніе (механическое) очень значительно. Такъ какъ въ ней растительность почти отсутствуетъ, то голыя скалы беззащитно подвергаются дѣйствію солнечныхъ лучей. Горныя породы сильно накаляются; такъ, напр., въ пустынѣ Атакамѣ въ Чили наблюдали температуру почвы въ 63^0 С. Послѣ захода солнца воздухъ быстро остываетъ, и горная порода, которая сильно расширилась подъ вліяніемъ солнечнаго жара, сжимается. Подобнымъ же охлаждающимъ образомъ дѣйствуютъ ливни, изрѣдка проносящіеся надъ пустыней. Отъ расширенія и сжатія горная порода покрывается трещинами, разрыхляется и въ концѣ-концовъ распадается съ поверхности на массу щебня, который покрываетъ весь склонъ скалы и медленно сползаетъ внизъ наподобіе „тягучаго тѣста". Эти обломки первоначально имѣютъ очень острые края. Нѣкоторые камни какъ бы разсѣчены мечомъ. Несомнѣнно, много сказаній о герояхъ, разсѣкавшихъ скалы, обязаны своимъ происхожденіемъ этому явленію. Въ южно-американскихъ пустыняхъ охотники за ламами надѣваютъ на ноги собакъ башмаки, чтобы защитить ихъ отъ пораненія объ острые обломки камней.

Образовавшійся такимъ образомъ щебень пустынь позднѣе

*) Прил. №№ 5 и 6.

передвигается текущей водою. Въ дождливый періодъ въ пустынѣ образуются могучіе потоки дождевой воды, стремительно низвергающіеся съ горъ. Они уносятъ щебень со склоновъ скалъ. Увлеченные потокомъ воды обломки горныхъ породъ быстро окатываются въ своемъ бурномъ движеніи. Вода собирается въ самыхъ низкихъ мѣстахъ пустыни, и здѣсь образуется или мелкое озеро, которое быстро высыхаетъ, или рѣка раздѣляется на безчисленное множество отдѣльныхъ рукавовъ (дельту) и вскорѣ высыхаетъ. Такую же судьбу испытываютъ и постоянныя рѣки пустынь: онѣ или впадаютъ въ лишенное стока озеро, или же раздѣляются на рукава, теряются въ пескахъ и совершенно высыхаютъ. Но въ концѣ своего теченія онѣ отлагаютъ приносимый съ горъ щебень въ видѣ обширнаго равномѣрнаго покрова. Между щебнемъ отлагается принесенный рѣками песокъ и глинистый илъ, который цементируетъ все въ твердую массу конгломерата.

Такимъ же образомъ происходило образованіе краснаго лежня. Въ эпоху краснаго лежня средняя Европа представляла изъ себя пустыню, надъ которой возвышались полуразрушенныя горы Варискійской цѣпи. Солнце продолжало свое дѣло разрушенія надъ скалами. Онѣ распадались съ поверхности въ щебень, затѣмъ въ песокъ и пыль. Дольше всего сопротивлялись куски кварцита, включеннаго въ видѣ жилъ въ болѣе древнія породы. Когда наступали ливни, то щебень смывался и уносился въ равнины. Отдѣльные куски скалъ окатывались водой или же растирались въ песокъ, но кварциты дольше всего сопротивлялись разрушенію: поэтому они преобладали въ щебнѣ, снесенномъ въ равнины. Песчаныя и пылевыя бури проносились по временамъ надъ пустыней и засыпали щебень пескомъ и глиной; сверху снова отлагался слой щебня.

Позднѣе измѣнился метеріалъ щебневыхъ массъ. Древнія горы карбона со своими кварцевыми жилами въ значительной степени разрушились или прикрылись новообразовавшимися залежами конгломератовъ. Но во время краснаго лежня возникли новыя горы: то были горы изъ порфира. Онѣ также подверглись сносу. Поэтому щебень позднѣйшаго времени (краснаго лежня) состоялъ изъ обломковъ порфира; изъ нихъ и образовались порфировые конгломераты верхняго отдѣла краснаго лежня.

Однако пустыня не была совершенно лишена жизни. Тамъ и здѣсь, отдѣльными экземплярами или небольшими группами,

стояли хвойныя деревья и древовидные папоротники. На окраинахъ пустыни лежали озера, въ синихъ волнахъ которыхъ жило безчисленное количество тупорылыхъ, короткохвостыхъ бранхіозавровъ, которые охотились за мелкими водными животными.

Между слоями краснаго лежня часто лежатъ покровы **массивныхъ горныхъ породъ**, состоящихъ главнымъ образомъ изъ порфира (точнѣе—кварцеваго порфира) и мелафира.

Порфиръ (рис. 53) — массивная горная порода, имѣющая иную структуру, чѣмъ гранитъ. Именно, онъ состоитъ изъ равномѣрно сплошной массы, въ которую включены болѣе крупные кристаллы или ихъ обломки (какъ изюмъ въ куличѣ). Эти кристаллы, лежащіе въ основной массѣ, называются **включеніями**. Такая структура горныхъ породъ называется **порфировой**; она противоположна гранитовой структурѣ, при которой вся масса горной породы состоитъ изъ зеренъ кристалловъ, а основная масса совершенно отсутствуетъ.

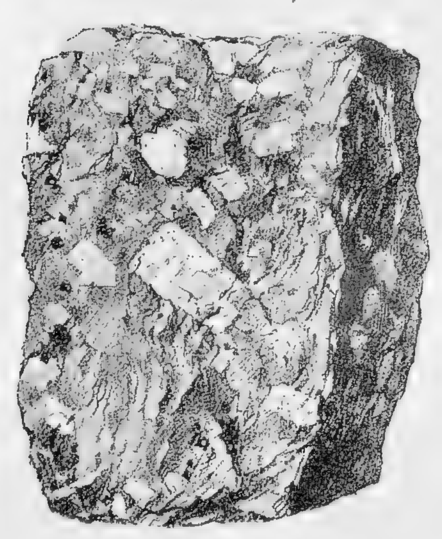


Рис. 53. — Порфиръ.

Основная масса порфира является плотной и для невооруженнаго глаза однородной, большей частью окрашенной въ красноватые и бурые тона. Она лишена блеска; однако, у нѣкоторыхъ порфировъ она имѣетъ видъ блестящей шлаковой массы. Въ этомъ случаѣ вся порода похожа на смолу, отчего и получила названіе „смоляного камня". Такіе смоляные порфиры особенно часто встрѣчаются въ Саксоніи.

Иногда у края порфировыхъ покрововъ, иногда на поверхности излома видны тонкія змѣистыя линіи. Онѣ пронизываютъ горную породу въ опредѣленномъ направленіи, но при этомъ расходятся, обходя включенія, т.-е. двѣ сосѣднія линіи передъ включеніемъ расходятся и соединяются позади его. Такая структура называется флюидальной. Очень часто флюи-

дальныя явленія такъ тонки, что видны только подъ микроскопомъ (рис. 54) *).

Подъ микроскопомъ же можно замѣтить, что основная масса составлена изъ очень мелкихъ кристалликовъ или зернышекъ полевого шпата и кварца, т.-е. она представляетъ микроскопически тонкій гранитъ. Но иногда эти зернышки такъ малы, что ихъ нельзя замѣтить и въ микроскопъ.

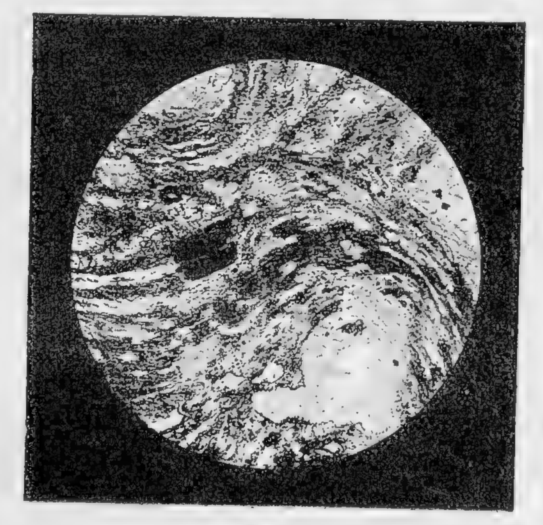


Рис. 54.—Порфиръ съ флюидальной структурой.

Окраска основной массы происходитъ отъ красной окиси желѣза, входящей въ эту массу въ видѣ кругловатыхъ зеренъ или комочковъ.

Включенія состоятъ главнымъ образомъ изъ кварца и полевого шпата (преимущественно ортоклаза). Они представляютъ полные, развитые со всѣхъ сторонъ кристаллы, или обломки кристалловъ. Послѣдніе встрѣчаются чаще. Слѣдовательно, порфиръ не имѣетъ кругловатыхъ кристаллическихъ зеренъ, какъ гранитъ. Обломки имѣютъ неправильную форму, но большей частью рѣзко ограничены. На многихъ изъ нихъ можно легко установить, что они происходятъ изъ раздробленныхъ кристалловъ; часто обломки лежатъ такъ близко другъ къ другу, что принадлежность ихъ къ одному и тому же кристаллу очевидна.

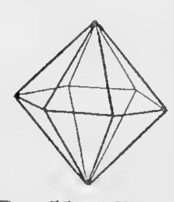


Рис. 55. — Дигексаэдръ кварца.

Кварцъ (рис. 55) образуетъ шестистороннія двойныя пирамиды, такъ называемые дигексаэдры, величиною съ горошину. Такъ какъ у этихъ дигексаэдровъ вертикальная ось почти такой же длины, какъ діаметръ

*) Для микроскопическаго изслѣдованія пользуются очень тонкими пластинками горныхъ породъ, толщиною 0,03 миллиметра, которыя называются тонкими шлифами.

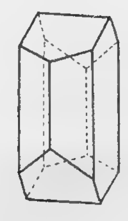


Рис. 56. Кристаллъ полевого шпата.

шестиугольнаго основанія, то продольные разрѣзы черезъ кристаллы образуютъ почти точные квадраты. Кварцы порфира болѣе или менѣе прозрачны, не такъ мутны, какъ кварцы гранита. На Аурбергѣ въ Южномъ Гарцѣ въ порфировомъ щебнѣ находятъ хорошо развитые дигексаэдры кварца; ихъ называютъ штольбергскими алмазами (отъ г. Штольберга).

Рис. 56 а.

Ортоклазъ (рис. 56) обыкновенно имѣетъ красивый цвѣтъ, а плагіоклазъ, также нерѣдко встрѣчающійся въ порфирѣ,—бѣлый. Кристаллы полевого шпата, какъ и кристаллы кварца, развиты со всѣхъ сторонъ. Кристаллы полевого шпата или простые, или образуютъ карлсбадскіе двойники. Кристаллы плагіоклаза являются въ видѣ альбитовыхъ двойниковъ. Такъ какъ всѣ полевые шпаты совершеннѣе всего раскалываются параллельно основанію, то многія плоскости полевого шпата, на поверхности излома порфира, имѣютъ характерную форму основанія,—именно форму пятиугольника съ

Рис. 57. Пластинчатая отдѣльность порфира на Петерсбергѣ у Галлэ.

двумя длинными параллельными сторонами (рис. 56а). У карлсбадскихъ двойниковъ основанiе раздѣлено на двѣ половины неправильнымъ продольнымъ швомъ. У невывѣтрившихся плагiоклазовъ поверхность исчерчена тонкими продольными линiями, какъ у плагiоклазовъ гранита.

Какъ у гранита, такъ и у порфира видны трещины отдѣльностей, которыми горная порода разбивается или на параллелепипедальные куски, или на толстыя пластины (рис. 57).

Образованiе порфира можно объяснить слѣдующимъ фактомъ: плотныя массивныя горныя породы съ включенiями кристалловъ образуются еще и нынѣ изъ затвердѣвшихъ лавъ вулкановъ.

Вулканизмъ.

Горы, изъ которыхъ вытекаетъ огненно-жидкая лава, называются **вулканами** или огнедышащими горами, хотя многократныя наблюденiя установили, что гора на самомъ дѣлѣ не извергаетъ никакого пламени.

Большая часть вулкановъ имѣетъ форму конуса, на вершинѣ котораго находится воронкообразное углубленiе—кратеръ. Наиболѣе извѣстный и лучше всего изученный вулканъ — Везувiй. Онъ поднимается въ видѣ конуса и несетъ на вершинѣ кратеръ съ дiаметромъ въ $^1/_2$ километра. Внутри кратера возвышается еще небольшой конусъ несущiй „пасть“ Везувiя—**бокку** (ит. bocca = ротъ).

Большой конусъ Везувiя состоитъ изъ рыхлыхъ массъ вулканическаго пепла и называется поэтому конусомъ пепла. Въ пеплѣ лежатъ темныя прослойки лавы. Гора окружена наполовину кольцеобразнымъ валомъ, отдѣляющимся отъ нея глубокой долиной (atrio del cavallo); этотъ валъ называется Соммою. Сомма представляетъ половину очень древняго, частью разрушеннаго вулкана. Такимъ образомъ, у Везувiя имѣется три вулканическихъ конуса, какъ бы вставленныхъ другъ въ друга.

Изверженiе вулкана протекаетъ слѣдующимъ образомъ: при сильномъ подземномъ гулѣ изъ кратера показывается бѣлое облако пара, которое съ бѣшеной быстротой поднимается на громадную высоту (при изверженiи въ апрѣлѣ 1906 г.—до 9.000 метровъ; у другихъ вулкановъ наблюдали высоту болѣе чѣмъ въ 15.000 мет.). Когда облако достигаетъ своей наибольшей высоты, оно расширяется и получаетъ форму зонтика, напоминающую пинiю (итальянскую сосну), которой оно и обя-

зано названіемъ **пиніеобразнаго** облака (рис. 58). Облако состоитъ главнымъ образомъ изъ водяного пара, къ которому примѣшиваются значительныя массы раскаленныхъ газовъ, составъ которыхъ еще мало извѣстенъ. При послѣднемъ изверженіи Монъ-Пэлэ, на о. Мартиникѣ, облако пара и газовъ спустилось по склонамъ вулкана до города С. Пьера, въ которомъ раскаленными газами были задушены тысячи людей и трупы ихъ были совершенно высушены. Одновременно съ бѣлымъ паромъ замѣчаютъ темныя облака дыма, состоящія изъ мельчайшихъ частицъ вулканическаго пепла. Пепелъ опускается внизъ и окутываетъ всѣ окрестности плотной завѣсой. При послѣднемъ изверженіи Везувія пепелъ падалъ такъ густо, что на разстояніи двухъ шаговъ нельзя было увидѣть человѣка. Онъ покрылъ землю слоемъ въ нѣсколько метровъ толщины, такъ что крыши многихъ домовъ не выдержали такой тяжести и рухнули. Одновременно съ дождемъ изъ пепла облако водяныхъ паровъ извергаетъ сильные ливни, часто сопровождаемые грозами, такъ что вода и пепелъ смѣшиваются въ илъ и текутъ грязными потоками по склонамъ горы. Позднѣе илъ затвердѣваетъ и обращается въ **вулканическій туфъ**.

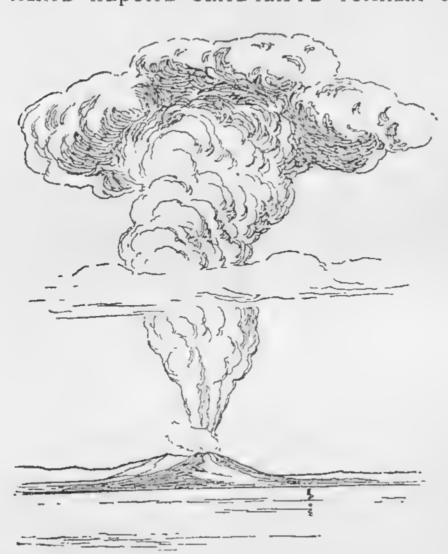


Рис. 58.—Пиніеобразное облако Везувія во время изверженія въ апр. 1906.

Кромѣ пепла, изъ кратера выбрасываются обломки горныхъ породъ, а также, „ляпилли“ (или рапилли) и вулканическія „бомбы“. Куски лавы, выбрасываемые газами изъ кратера, остываютъ во время полета и падаютъ на землю въ видѣ круглыхъ или овальныхъ „бомбъ“. Эти бомбы получаютъ такую форму, часто какъ бы перекрученную, отъ вращенія во время паденія. Мелкія частицы лавы, величиною не болѣе орѣха, образуютъ „ляпилли“.

Пиніеобразное облако сохраняетъ свою форму только короткое время. Вскорѣ послѣ начала изверженія обыкновен-

но поднимается сильный вѣтеръ, который измѣняетъ его форму.

Послѣ того, какъ ослабла первоначальная сила изверженія, начинаетъ вытекать расплавленная лава. Она не всегда вытекаетъ изъ кратера, но часто прокладываетъ себѣ путь по какой-нибудь боковой трещинѣ. У Везувія она вытекаетъ чаще всего у вершины, у Этны—гдѣ-нибудь на склонахъ горы. Лава имѣетъ видъ расплавленнаго чугуна и течетъ сначала очень быстро; но по мѣрѣ охлажденія она становится вязкой, течетъ медленнѣе (какъ растопленная смола) и, наконецъ, затвердѣваетъ и останавливается. Затвердѣваніе начинается съ поверхности, но внутри подъ тонкой корой лава долгое время остается огненно-жидкой, и изъ нея еще долго выдѣляются пары. Кора, образовавшаяся съ поверхности лававаго потока, плохой проводникъ тепла, такъ что на нее можно ступить, не боясь обжечься, какъ только она можетъ выдержать человѣка. Поверхность лавы послѣ остыванія или вздута на подобіе волнъ,—тогда она называется волнистой лавой; или затвердѣвшій покровъ разламывается на отдѣльныя глыбы, которыя вслѣдствіе продолжающагося движенія потока надвигаются другъ на друга: такая лава называется глыбовой.

Затвердѣвшая лава носить характеръ плотной (порфировой) горной породы. Лава Везувія, напр., производитъ впечатлѣніе темной шлаковой массы, въ которой лежатъ одиночные кристаллы: темные—авгита и бѣлые кругловатые—лейцита. Такіе кристаллы и обломки ихъ встрѣчаются и въ пеплѣ, — слѣдовательно, они образовались внутри вулкана и были выброшены газами.

Очень часто въ затвердѣвшей лавѣ встрѣчаются пузыревидныя пустоты, образованныя газами. Иногда лава такъ густо пронизана пузырями газовъ, что похожа на пѣну. Такую лаву называютъ пемзой. Нѣкоторые куски пемзы заключаютъ въ себѣ такое количество воздуха, что плаваютъ по водѣ.

При изверженіи большей части вулкановъ типа Везувія происходитъ значительное выдѣленіе пепла и паровъ, въ то время, какъ лава вытекаетъ только въ незначительномъ количествѣ и потоки ея рѣдко переходятъ за подошву горы. Если представить себѣ вулканъ въ разрѣзѣ, то покровы пепла и лавы будутъ чередоваться, такъ что онъ является какъ бы слоистымъ (слоистые вулканы).

Другимъ типомъ вулкановъ являются лавовые вулканы. Дѣятельность ихъ обыкновенно исчерпывается однимъ изверженіемъ, превышающимъ, однако, своею силою изверженія вулкановъ типа Везувія. Пепелъ и газообразные продукты изверженія выбрасываются въ такомъ количествѣ, которое значительно превышаетъ выдѣленія слоистыхъ вулкановъ. Особенно значительнымъ является изліяніе лавы. Громадныя количества лавы, вытекающія изъ такихъ вулкановъ, покрываютъ землю на многія мили и уничтожаютъ все на своемъ пути. Лава изсушаетъ рѣки, каскадами низвергается съ крутыхъ скалъ и выполняетъ глубокія долины. Лавовые вулканы менѣе извѣстны и менѣе изучены, чѣмъ другіе, потому что въ настоящее время они встрѣчаются только въ двухъ мѣстахъ, лежащихъ въ сторонѣ отъ главныхъ путей сообщенія, а именно: на о. Гавайи (Сандвичевыхъ островахъ) и на Исландіи. Наблюденіе ихъ сопряжено съ большими затрудненіями, но для геолога они особенно интересны потому, что могучіе покровы порфировыхъ массивныхъ горныхъ породъ могутъ быть сравнены только съ гигантскими покровами лавовыхъ вулкановъ.

Вулканическія изверженія стоятъ въ связи съ сокращеніемъ земной коры и горообразованіемъ. Въ болѣе глубокихъ частяхъ земной коры залегаютъ магматическія массы, которыя, вѣроятно, были вдавлены между пластами горныхъ породъ изъ нѣдръ земного шара въ болѣе раннее время при образованіи складокъ. Массы магмы суть очаги вулкановъ. Эти массы не жидки, но тверды. Горообразовательное давленіе на такихъ глубинахъ настолько сильно, что магма должна была бы расплавиться; но при плавленіи она расширилась бы, что является невозможнымъ при громадномъ давленіи. Магма остается въ твердомъ состояніи, хотя накалена выше точки своего плавленія. Можно сказать, что магма находится въ состояніи, напоминающемъ состояніе воды, нагрѣваемой въ наглухо завинченномъ сосудѣ. Въ такомъ сосудѣ воду можно довести до очень высокой температуры и она не обращается въ паръ вслѣдствіе того, что не можетъ расшириться. Магма обыкновенно сильно насыщена парами воды и газами. Если въ томъ мѣстѣ земной коры находится расщелина, то напряженіе перегрѣтаго пара въ концѣ концовъ преодолѣетъ силу давленія и газы устремятся вверхъ по трещинѣ. Однако присутствіе трещины не необходимо: газы прокладываютъ себѣ путь сквозь

горныя породы, которыя при этомъ разрываются, ломаются. Струя пара и газовъ поднимается на громадную высоту и достигаетъ холодныхъ слоевъ атмосферы. Подъ давленіемъ новыхъ массъ пара, вырывающихся наружу вслѣдъ за первой струей, водяной паръ распространяется по холоднымъ воздушнымъ слоямъ. Такъ облако пара получаетъ форму пиніи и въ то же время разражается дождемъ благодаря охлажденію. Когда минуетъ самое сильное давленіе, то облако теряетъ свою характерную форму, чему не мало содѣйствуетъ вѣтеръ, сгоняющій его книзу или даже совсѣмъ опрокидывающій облако.

Вырывающіеся изъ магмы наружу водяной паръ и газы отрываютъ отъ магмы и уносятъ съ собой въ вышину частички магмы. Эти частички или мелки какъ пыль, какъ зернышки песка (вулканическій пепелъ), или же болѣе крупны (ляпилли). Иногда выбрасываемыя части магмы довольно значительны; закручиваясь въ воздухѣ и падая, онѣ образуютъ бомбы.

Между тѣмъ, вслѣдъ за мелкими брызгами магмы, начинаютъ вытекать большія ея количества. Въ то самое мгновенье, когда поднимающіеся вверхъ пары и газы освобождаютъ магму отъ давленія, она начинаетъ расплавляться, такъ какъ она постоянно нагрѣта выше точки плавленія, и только давленіе препятствовало ей вылиться наружу въ жидкомъ видѣ. Тотчасъ же отдѣльные минералы начинаютъ выдѣляться изъ жидкой массы, начинается образованіе кристалловъ. Въ жидкой магмѣ этому образованію ничто не препятствуетъ, поэтому кристаллы свободно развиваются во всѣ стороны. Въ то же время вся масса приходитъ въ движеніе. Она выдавливается вверхъ, отчего дѣлается невозможнымъ дальнѣйшее выкристаллизовываніе. Вскорѣ послѣ истеченія лава затвердѣваетъ и являетъ намъ картину порфировой породы: кристаллы, образовавшіеся внутри вулкана, лежатъ въ видѣ включеній въ основной массѣ лавы, которая не могла болѣе выкристаллизовываться.

Контактовыя дѣйствія лава оказываетъ только въ незначительной мѣрѣ, потому что кора остыванія, образовавшаяся очень быстро,— плохой проводникъ тепла, а газы улетучились большею частью въ воздухъ, слѣдовательно, ни жаръ, ни газы не могутъ оказать значительнаго дѣйствія на сосѣднія горныя породы.

Собственно изверженіемъ еще не исчерпывается дѣятельность вулкана, напротивъ, наступаютъ такъ называемыя „поствулка-

ническія (послѣвулканическія) дѣйствія". Такъ какъ лава насыщена газами, то послѣ ея охлажденія продолжается еще выдѣленіе паровъ, которое длится долгое время. Такіе источники газовъ вообще называются „фумаролами".

Особенно часты источники углекислоты (мофетты). Извѣстную мофетту представляетъ Собачья пещера близъ Неаполя. На днѣ пещеры постоянно находится слой углекислоты, такъ что собака, которую туда вводятъ, задыхается въ короткое время. Но такъ какъ слой углекислоты покрываетъ только дно, то человѣкъ можетъ безопасно входить въ пещеру. Мофетты находятся и на Эйфелѣ, вулканы котораго уже не дѣйствовали въ историческое время; эти источники углекислоты показываютъ, какъ долго сохраняется дѣятельность фумаролъ. Другую группу фумаролъ составляютъ сольфатары, т.-е. источники, выдѣляющіе сѣрнистые газы, въ особенности сѣрнистый водородъ, обладающій запахомъ тухлыхъ яицъ, и сѣрнистая кислота. Въ сольфатарахъ, вслѣдствіе разложенія газовъ, происходитъ выдѣленіе сѣры какъ напр., въ Джирджентѣ, на Сициліи, гдѣ разрабатывается такая сѣра.

Послѣдніе слѣды вулканической дѣятельности представляютъ горячіе источники. Такъ какъ горячая вода можетъ растворять большее количество минеральныхъ веществъ, чѣмъ холодная, и, сверхъ того, часто бываетъ насыщена газами, то горячіе источники въ то же время являются и „минеральными источниками". Большое число нашихъ извѣстныхъ курортовъ возникло возлѣ такихъ источниковъ.

Наиболѣе интересными горячими источниками являются гейзеры (рис. 59). Названіе гейзеръ взято съ исландскаго, такъ какъ въ Исландіи впервые познакомились съ явленіемъ гейзеровъ.

Отъ другихъ горячихъ источниковъ гейзеры отличаются тѣмъ, что изверженія послѣднихъ происходятъ періодически. При сильномъ шумѣ, подобномъ раскатамъ грома, выбрасывается вверхъ столбъ горячей воды и пара. У нѣкоторыхъ гейзеровъ онъ можетъ подыматься выше 60-ти метровъ. Прежде чѣмъ водяной столбъ опустится, происходитъ второй толчокъ, затѣмъ третій и т. д.; вода кипитъ и бьетъ ключомъ часто продолжительное время. Къ концу изверженія слышенъ свистъ и клокотанье пара; столбъ горячей воды падаетъ и скрывается подъ землею.

Горячая вода, какъ въ самомъ каналѣ, такъ и въ бассейнѣ отлагаетъ на стѣнкахъ известковый или кремнистый туфъ,

и съ теченіемъ времени создаетъ себѣ прекрасное ослѣпительно-бѣлое вмѣстилище.

Послѣ изверженія наступаетъ періодъ полнаго покоя, продолжающійся до новаго изверженія. У многихъ гейзеровъ изверженія наступаютъ съ удивительной правильностью.

Рис. 59. — Вѣрный Старикъ въ Іеллоустонскомъ паркѣ въ Соед. Шт.

Одинъ изъ извѣстныхъ гейзеровъ С. Америки, „Вѣрный Старикъ" „играетъ" черезъ промежутки ровно въ 65 минутъ. Его изверженіе продолжается всего 4 минуты и вода, температура которой достигаетъ 93° С., выбрасывается на высоту 44—50 метровъ. Другіе гейзеры менѣе постоянны; такъ, „Эксцельзіоръ", тоже въ С. Америкѣ, часто пребываетъ въ покоѣ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, а затѣмъ бьетъ

каждые 2—3 часа. Высота его струи колеблется между 9-ью и 60-ью метрами.

Нѣкоторые гейзеры выбрасываютъ „грязь". Это относится къ начальной стадіи образованія гейзера. Когда же каналъ одѣвается туфомъ, то изъ нихъ выходитъ уже чистая вода.

Послѣ долгаго времени правильныхъ, періодическихъ изверженій наступаетъ періодъ очень рѣдкихъ изверженій, и въ концѣ концовъ гейзеръ успокаивается совершенно. Исландскіе гейзеры частью совершенно, частью почти успокоились. Наиболѣе дѣятельные гейзеры находятся въ Іеллоустонскомъ паркѣ и на островѣ Новой Зеландіи.

Образованіе гейзеровъ объясняютъ слѣдующимъ образомъ. Когда вблизи еще не вполнѣ потухшаго вулкана находятся пустоты, то въ нихъ накопляется вода. Она сильно нагрѣвается и частью превращается въ паръ. Давленіе пара вскорѣ достигаетъ такого напряженія, что горячая вода гонится вверхъ и выбрасывается. Въ воздухѣ она быстро охлаждается и, когда сила давленія пара ослабѣваетъ, падаетъ и уходитъ подъ землю. Здѣсь вода снова превращается въ паръ отъ теплоты, излучаемой сосѣдней магмой, и происходитъ новое изверженіе. Такъ продолжается, пока очагъ магмы не охладится въ достаточной степени. Тогда изверженія происходятъ все рѣже и рѣже и, наконецъ, совершенно прекращаются.

Камчатскіе вулканы, составляющіе часть „тихоокеанскаго вулканическаго кольца", представляютъ главную вулканическую область Россіи. На полуостровѣ насчитываютъ 38 вулкановъ, двѣнадцать дѣйствующихъ и двадцать шесть потухшихъ. Самый высокій вулканъ—Ключевская сопка, подымающаяся до 4886 метр., въ то же время является самымъ высокимъ вулканическимъ конусомъ на земной поверхности. Изъ другихъ вулкановъ наичаще обнаруживаютъ дѣятельность: Шевелючъ, Уткинская сопка, Крестовская, Кроноцкая, Авачинская, Коряцкая и др.

Среди вулкановъ Закавказья, большею частью потухшихъ, нѣкоторую дѣятельность обнаруживаетъ Араратъ, имѣвшій послѣднее слабое изверженіе въ 1840 г.

Значительно богаче Россія „грязевыми" вулканами, которые можно разсматривать какъ переходную ступень отъ вулкановъ къ гейзерамъ. Грязевые вулканы встрѣчаются во множествѣ въ Крыму близъ Керчи, на Таманскомъ полуостровѣ, на Апшеронскомъ въ окрестностяхъ Баку и на нѣкоторыхъ островахъ Каспійскаго моря. Грязевые вулканы извергаютъ громадное количество жидкой глины, „грязи", при чемъ изверженіе сопровождается иногда трескомъ, похожимъ на раскаты грома, сотрясеніями почвы, ощущаемыми на разстояніи нѣсколькихъ десятковъ саженей, и выдѣленіемъ сѣрнистыхъ газовъ.

Дополненіе къ переводу.

Вернемся къ порфиру. Порфиръ можно разсматривать какъ застывшую лаву. Эпоха краснаго лежня была, очевидно, временемъ оживленной вулканической дѣятельности. Въ эту эпоху происходили большія и частыя изверженія. Вулканы были большею частью лавовые и ихъ дѣятельность исчерпывалась однократнымъ изліяніемъ. Лавы образовывали обширные покровы. Суша въ такихъ мѣстахъ представляла, вѣроятно, унылый видъ, потому что эти покровы не имѣли ни куста, ни дерева. Всюду, куда достигалъ взоръ, виднѣлся пустынный голый каменный покровъ.

Когда происходило изверженіе, то уже внутри вулкана въ магмѣ образовывались кристаллы полевого шпата и кварца. Такъ какъ они плавали въ жидкой магмѣ, то они могли безпрепятственно развиваться во всѣ стороны. Когда же магма поднималась вверхъ, то кристаллы попадали въ болѣе холодные участки лавы. Вслѣдствіе рѣзкаго измѣненія температуры они разлетались въ куски, а обломки ихъ уносились потокомъ лавы, которая не успѣвала выдѣлиться въ видѣ кристалловъ полевого шпата и кварца. Такъ образовалась основная масса. При медленномъ охлажденіи выдѣлялись очень мелкіе кристаллики полевого шпата и кварца и образовывали микроскопически тонкій гранитъ.

Съ поверхности лава застывала скорѣй, а внутри она все еще продолжала течь, отчего кристаллики основной массы и зернышки окиси желѣза располагались длинными рядами вдоль потока текучей массы. Такъ образовалась флюидальная структура.

Не менѣе важной массивной горной породой, пронизывающей слои краснаго лежня, является **мелафиръ** (melas=черный), плотная горная порода. Мелафиръ темнаго цвѣта, большею частью чернаго съ зеленоватымъ оттѣнкомъ или черно-бураго. Мелафиръ состоитъ главнымъ образомъ изъ плагіоклаза и авгита, которые образуютъ микроскопически мелкія, очень тонкія иглы кристалловъ, и поэтому мелафиръ является для простого глаза сплошной однородной массой. Во многихъ мелафирахъ присутствуетъ еще оливинъ, свѣтло зеленый минералъ, силикатъ желѣза и магнезіи, который часто виденъ простымъ глазомъ и дѣлаетъ въ этомъ случаѣ мелафиръ похожимъ на порфиръ. Нѣкоторые мелафиры содержатъ громадныя количества продолговато-округлыхъ пузырей. Эти пузыри или пусты, или же выполнены вторичными минералами: кварцемъ (ага

томъ), полевымъ шпатомъ и т. д. Эти включенія, въ точности передающія форму пузыря, называются миндалинами, а мелафиръ, богатый ими, называется „миндалекаменнымъ“ мелафиромъ (рис. 60). Знаменитый миндалекаменный мелафиръ добывается возлѣ Оберштейна на р. Наэ; онъ содержитъ большое количество агатовыхъ миндалинъ.

Мелафиръ, подобно порфиру, представляетъ затвердѣвшую лаву, но другого рода. Главное различіе лавъ состоитъ въ томъ, что мелафировая лава бѣднѣе кремнекислотой, что выражается и въ минеральныхъ составныхъ частяхъ. Мелафиръ относится къ порфиру какъ діоритъ къ граниту; его лава была болѣе вязкой, чѣмъ лава порфира, вслѣдствіе чего пузырямъ газа труднѣе было вырваться наружу и они образовали въ лавѣ пустоты. Позднѣе въ эти пустоты проникала циркулирующая въ горной породѣ вода, въ которой находились въ растворѣ: кремневая кислота — продуктъ разложенія силикатовъ, и известь—продуктъ разложенія плагіоклаза и авгита, и пр. Вода испарялась въ пустотѣ и оставляла тонкій слой растворен наго вещества, выстилавшаго пленкой стѣнки пустоты. Когда снова проникала вода, то отлагался новый слой, и такъ продолжалось до тѣхъ поръ, пока не выполнялась вся пустота. Такъ возникли миндалины агата изъ корокъ кремневой кислоты. Такъ какъ вода, кромѣ кремневой кислоты, содержала также разныя красящія вещества, напр., окись желѣза, то многія корки окрасились. Этимъ объясняется полосатость агата.

Рис. 60. — Миндалекаменный мелафиръ.

Къ мелафиру близко стоитъ **діабазъ.** Это—черно-зеленая порода, состоящая, какъ и мелафиръ, изъ свѣтло-сѣраго плагіоклаза и чернаго авгита. Діабазъ имѣетъ тонкозернистое, или порфировое строеніе. Онъ встрѣчается только въ болѣе древнихъ формаціяхъ, напр., въ девонѣ. Въ красномъ лежнѣ онъ отсутствуетъ.

Отъ мелафира діабазъ отличается только богатствомъ продуктовъ разложенія. Особенно много онъ содержитъ хлорита, минерала зеленаго цвѣта, выполняющаго микроскопи-

ческія трещинки въ видѣ тонкаго налета. Хлоритъ—продуктъ вывѣтриванія (разложенія) авгита. Отъ него діабазъ получаетъ зеленую окраску и поэтому называется „зеленымъ камнемъ“. Зеленая окраска, впрочемъ, не свойственна первоначальному діабазу, но такъ какъ она всегда присутствуетъ, то можно считать ее характерной для діабаза. Діабазъ, какъ болѣе древняя порода, при образованіи складокъ карбона былъ сложенъ въ складки вмѣстѣ съ другими породами. Давленіе въ связи съ сильною расщепленностью произвело метаморфозъ діабаза. Кромѣ того, при разрушеніи Среднегерманскихъ Альпъ (карбона) онъ сильно пострадалъ, такъ что сплошные его покровы встрѣчаются рѣже.

В. Цехштейнъ.

На красномъ лежнѣ покоится серія слоевъ известняка, гипса и каменной соли, называемыхъ общимъ именемъ **цехштейна.** Слово „цехштейнъ“ въ переводѣ означаетъ „твердый камень“ (zäher Stein). Это названіе первоначально относилось къ необычайно твердому известняку, принадлежащему нижнему отдѣлу этой формаціи. Рудокопы, которымъ этотъ известнякъ доставлялъ много труда, когда они его проламывали, чтобы достать лежащій подъ нимъ мѣдистый сланецъ, дали ему это названіе.

Самый нижній слой цехштейновой формаціи образуетъ **мѣдистый сланецъ,** чернаго цвѣта, состоящій изъ мергеля (изъ смѣси известняка и глины). Этотъ мергелистый сланецъ сильно пропитанъ битюмомъ (асфальтомъ) *), которому онъ обязанъ своимъ чернымъ цвѣтомъ. Битюма въ немъ такъ много, что сланецъ можно зажечь. Битюмъ сгораетъ и остается сѣрый сланецъ. Пропитанный битюмомъ мергелистый сланецъ содержитъ мѣдную руду, которая такъ тонко распредѣлена въ немъ, что ее не видно простымъ глазомъ. Эта мѣдная руда, встрѣчающаяся въ видѣ тонкихъ прожилокъ, не что иное, какъ сѣро-стальнаго цвѣта мѣдный блескъ (сѣрнистая мѣдь) или латунно-желтый мѣдный колчеданъ (халькопиритъ), или красно-бурая съ синимъ налетомъ пестрая мѣдная руда (борнитъ). Двѣ послѣднія (халькопиритъ и борнитъ) представляютъ собою смѣсь сѣрнистаго желѣза и

*) Битюмъ, или асфальтъ, представляетъ отвердѣвшее отъ кислорода воздуха горное масло.

Прим. пер.

сѣрнистой мѣди. Кромѣ сѣрно-мѣдныхъ рудъ, въ мѣдистомъ сланцѣ встрѣчаются небольшія количества серебра, которое заключается въ трещинахъ въ видѣ тонкихъ завитыхъ пластинокъ или проволочекъ.

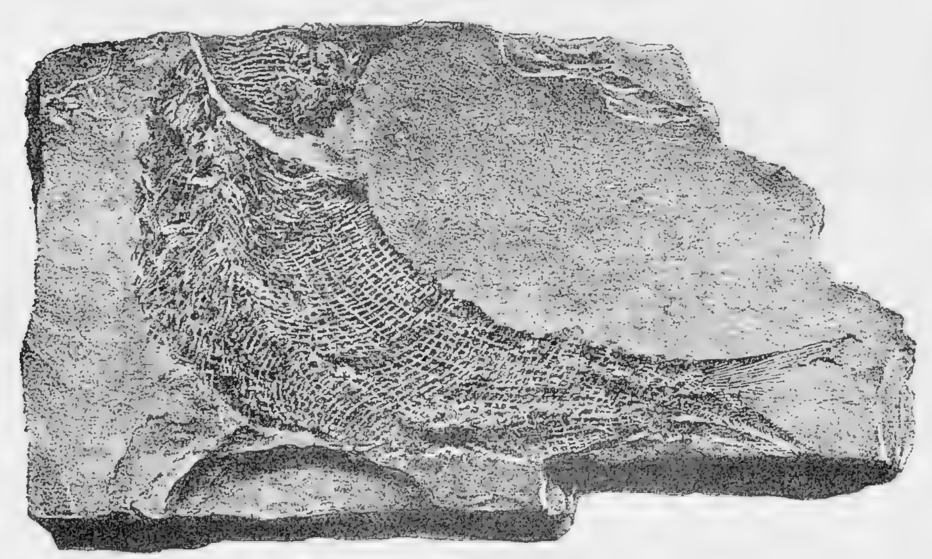


Рис. 61. — Палеонискусъ (Palaeoniscus Freieslebeni).

Мѣдистый сланецъ довольно богатъ окаменѣлостями. Особенно часто находятъ въ немъ отпечатки рыбъ (палеонискуса) и вѣтокъ хвойной ульманіи.

Палеонискусъ (рис. 61.—Palaeoniscus Freieslebeni) былъ ганоидной рыбой съ покрытыми эмалью чешуями. Величиною онъ былъ приблизительно съ сельдь. Чешуйки были ромбической формы. Хвостовой плавникъ его былъ раздвоенъ и не образовывалъ хвостовой равномѣрной оторочки, какую имѣли девонскія рыбы. Его хвостовой плавникъ былъ несимметрично построенъ (рис. 62): одна половина заключала хвостовой конецъ туловища, другая же состояла изъ расширенія плавниковой оторочки. Грудные и брюшные плавники состояли изъ тонкой кожицы и подпирались только плавниковыми лучами, но уже не были покрыты чешуями, какъ то было у девонскихъ рыбъ.

Рис. 62. — Хвостъ голоптихіуса и палеонискуса.

Ульманія (Ullmannia, рис. 63) была хвойнымъ деревомъ, подобно вальхіи. Ея вѣтви были покрыты короткими и сравнительно широкими хвоями, тѣсно расположенными.

Мѣдистый сланецъ въ области Мансфельда на восточномъ склонѣ Гарца составляетъ уже въ теченіе четырехсотъ лѣтъ предметъ оживленной горной промышленности. Хотя мощность сланца не велика (около 60 сантиметровъ), и хотя мѣди онъ содержитъ всего отъ 2—3%, но тѣмъ не менѣе добыча ея выгодна вслѣдствіе большого протяженія и равномѣрности флёца. Разработка флёца, образующаго въ этомъ мѣстѣ мульду, производится глубокими шахтами, которыя доходятъ до краснаго лежня. По флёцу закладываются длинныя штольни.

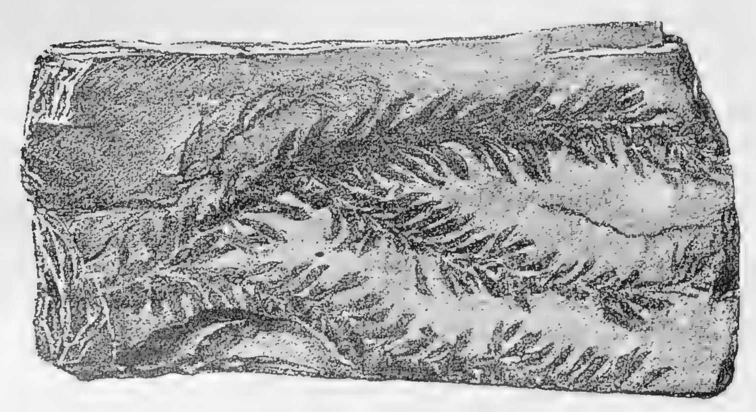


Рис. 63. — Ullmannia.

Сланецъ отдѣляютъ желѣзными кирками, а такъ какъ толщина флёца незначительна, то рудокопы совершаютъ эту работу лежа. Затѣмъ сланецъ извлекается наружу, очищается и поступаетъ въ плавильню; въ большихъ плавильняхъ мѣдь выплавляется въ горнахъ. Мергелистыя составныя части сланца также плавятся и даютъ твердый шлакъ, который, будучи вылитъ въ формы, охлаждается и даетъ очень прочный и твердый матеріалъ для мощенія улицъ.

Изъ мѣди затѣмъ въ особыхъ горнахъ извлекается примѣшанное серебро.

Надъ мѣдистымъ сланцемъ лежитъ цехштейновый известнякъ. Это сѣрый, очень твердый камень; онъ содержитъ мало окаменѣлостей, лишь немного раковинъ двустворчатыхъ и брахіоподъ, между ними продуктуса (Productus horridus,

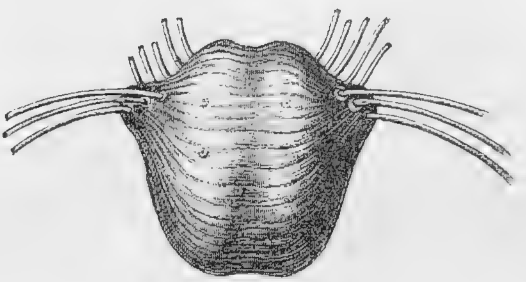


Рис. 64. — Productus horridus.

рис. 64), у котораго маленькая раковина вогнутая или плоская, большая же очень сильно выпукла и покрыта длинными трубчатыми иглами.

Въ началѣ цехштейна въ средней Европѣ было большое озеро. Въ немъ отлагались известнякъ и глина и, кромѣ того, образовывался также и органическій илъ, который смѣшивался съ мергелистымъ иломъ на днѣ озера. Примѣси органическаго ила мергелистый сланецъ обязанъ своимъ содержаніемъ битюма. Озеро оживлялось ганоидными рыбами, палеонискусами, безчисленными стаями рѣзвившимися въ его водахъ. Озеро было окаймлено хвойными деревьями, съ которыхъ вѣтеръ срывалъ вѣтви, и онѣ падали въ воду. Когда рыбы умирали, онѣ опускались въ илъ и сгнивали; сохранился только ихъ твердый чешуйчатый панцырь. Позднѣе животная жизнь обѣднѣла. Рыбы все болѣе и болѣе исчезали, мѣстами выросли коралловые рифы, на которыхъ сидѣли вооруженные длинными иглами продуктусы.

Обѣднѣніе животной жизни стояло въ связи съ высыханіемъ озера, отчего его вода становилась соленой. Гораздо позднѣе, когда уже отложились слои сланца, произошелъ процессъ образованія мѣдной руды. Порода была уже разбита трещинками, по которымъ проникали растворы, содержащіе разнообразныя соли тяжелыхъ металловъ. Эти растворы проникали снизу до битюмсодержащаго мергелистаго сланца у основанія цехштейновой формаціи. Но здѣсь они подвергались превращенію. Содержаніе сѣры въ битюмѣ дѣйствовало возстановляющимъ образомъ на соли. Образовались сѣрнистое желѣзо и сѣрнистая мѣдь и соединенія обоихъ этихъ минераловъ [сѣрный колчеданъ (сѣрнистое желѣзо), мѣдный блескъ— мѣдный колчеданъ, пестрая мѣдная руда]. Серебро, содержавшееся въ растворѣ, подверглось еще большему возстановляющему дѣйствію углеводородовъ битюма и выдѣлилось въ чистомъ видѣ.

Въ верхнихъ горизонтахъ цехштейна залегаютъ мощные пласты **гипса** и **каменной соли** (поваренной соли). Правда, въ такихъ мѣстахъ, гдѣ въ настоящее время слои цехштейна выступаютъ на дневную поверхность, не находятъ ни каменной соли, ни гипса, потому что гипсъ и поваренная соль растворимы въ водѣ. Трудно растворимый гипсъ дольше противостоитъ разрушительному дѣйствію текущей воды, но поваренная соль быстро растворяется и уносится прочь. Вмѣсто унесенныхъ горныхъ породъ остаются только массы, которыми онѣ были „загрязнены": прослойки известняка, включенія доломита и т. д. Эти включенія распадаются и образуютъ скопленіе сѣрыхъ обломковъ известняка и доломита, которые цементируются глиной, образующейся при вывѣтриваніи, въ твердую массу, называемую **брекчіей.** Такимъ образомъ брекчія представляетъ горную породу, состоящую изъ обломковъ съ острыми углами, которые сцементированы въ плотную массу. Отъ конгломерата брекчія отличается именно острыми углами обломковъ; обломки, составляющіе конгломератъ, окатаны. Это указываэтъ на то, что при образованіи конгломерата дѣйствовала текущая вода, при образованіи же брекчіи этого не было.

Цехштейновая формація выступаетъ на дневную поверхность очень мало, но подъ землей достигаетъ значительной мощности. Гипсовыя и соляныя массы образуютъ большія залежи въ формѣ линзъ, т.-е. слои, которые отъ средины во всѣ стороны убываютъ въ мощности, пока совершенно не выклиниваются (т.-е. пока не оканчиваются) въ сосѣдней породѣ. Эти залежи гипса и соли, конечно, доступны водѣ, которой могутъ растворяться и уноситься прочь. Такъ возникаютъ подземныя пустоты, которыя иногда бываютъ наполнены водой. Такія пустоты называются шлоттами. Пещера Барбароссы въ горахъ Кифхейзера представляютъ подобную гипсовую шлотту. На днѣ ея находятся пруды съ чистой водой, въ которой растворены большія количества гипса. Съ потолка свѣшиваются образованія, имѣющія видъ сталактитовъ, но состоящія не изъ известняка, а изъ гипса и доломита. Они не представляютъ новообразованіе, какъ настоящіе сталактиты, а являются лишь остатками, уцѣлѣвшими отъ размыванія.

Если шлотты лежатъ неглубоко подъ земною поверхностью, то ихъ потолки часто недостаточно крѣпки, чтобы долгое время выдерживать давленіе покоющихся на нихъ земляныхъ массъ. Они обрушиваются, лежащіе надъ ними слои опускаются, и

образуется углубленіе въ видѣ воронки. Подобныя опусканія называются **провалами**. При разработкѣ мѣдистыхъ сланцевъ большую опасность представляютъ наполненныя водой шлотты, такъ какъ разработка ведется **подъ** областью шлоттовъ. Когда штольня достигаетъ шлотты, то послѣдняя очень быстро изливаетъ свою воду, иногда мощнымъ потокомъ, въ шахту.

Слои каменной соли лучше всего сохранились тамъ, гдѣ защищающій покровъ изъ глины препятствуетъ доступу воды. Подобную залежь соли представляетъ Стасфуртская залежь (рис. 65). Строеніе ея слѣдующее: ниже всего залегаетъ ангидритъ, сѣровато-голубая горная порода, состоящая изъ сѣрнокислой извести и представляющая, какъ извѣстно, безводный гипсъ. Надъ нимъ залегаетъ прозрачная, какъ вода, каменная соль, во многихъ мѣстахъ загрязненная примѣсями ангидрита, и мощность которой достигаетъ 300 метровъ. Въ своихъ верхнихъ частяхъ она часто содержитъ **полигалитъ**, минералъ, представляющій соединеніе трехъ сульфатовъ: сульфата кальція, магнія и калія. Выше лежитъ зона, богатая **кизеритомъ**, т.-е. воднымъ сульфатомъ магнія. Еще выше преобладаетъ **карналитъ** (хлористыя соединенія магнія и калія). Область карналита рѣзко отдѣляется отъ остальныхъ. Она содержитъ болѣе 50% карналита и, кромѣ того, кизеритъ. Здѣсь многократно происходили разложенія двойныхъ солей и новообразованіе солей. Отъ дѣйствія просачивающейся воды соли растворялись и отлагались на новомъ мѣстѣ; при этомъ выдѣлялся хлористый калій. Послѣдній образуетъ новый минералъ, похожій по виду и формѣ кристалловъ на каменную соль и называемый **сильвиномъ**. Сильвинъ встрѣчается въ соединеніи съ каменною солью, образуя **сильвинитъ**. Кро-

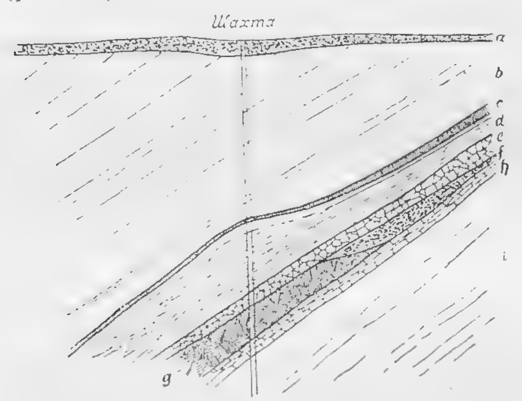


Рис. 65. — Стасфуртская соляная залежь (по Охсеніусу), (объясненіе въ текстѣ). a—дилювій, b—пестрый песчаникъ, c—гипсъ, d—ангидритъ, e—соленосная глина, f—каинитъ, g—карн литъ, h—кизеритъ, i - каменная соль.

мѣ того, образовалась новая двойная соль — изъ хлористаго калія и сульфата магнія — каинитъ. Каинитъ мѣстами встрѣчается въ такомъ изобиліи, что скорѣе можно говорить въ этомъ случаѣ о каинитовой области, чѣмъ о карналитовой. Естественно, область новообразованій лежитъ на меньшей глубинѣ, чѣмъ собственно карналитовая область. Надъ всѣмъ этимъ залегаетъ непроницаемымъ покровомъ соленосная глина, затѣмъ снова слѣдуетъ ангидритъ, потомъ пестрый песчаникъ и дилювій.

Отдѣльныя соленосныя области содержатъ не только данную соль, по которой онѣ получили свое названіе,—такъ, нѣтъ отдѣльнаго кизеритоваго слоя, но въ области кизерита послѣдній образуетъ только обильныя включенія въ каменной соли.

Такимъ образомъ вся залежь состоитъ только изъ хлористыхъ соединеній и сульфатовъ и имѣетъ слѣдующее строеніе:

1) ниже всего: сульфатъ кальція (ангидритъ);
2) надъ нимъ: хлористый натрій (повареная или каменная соль);
3) надъ нимъ: сульфаты другихъ легкихъ металловъ (полигалитъ и т. д);
4) выше всего: хлористыя соединенія другихъ легкихъ металловъ (карналитъ и т. д.).

Залежи соли разрабатываются во многихъ мѣстностяхъ Европы. Одна изъ самыхъ древнихъ и наиболѣе извѣстныхъ копей—Стасфуртская. Она отличается огромной мощностью и обширнымъ протяженіемъ, а также и разнообразіемъ заключающихся въ ней солей. Въ прежнее время добывали только каменную соль и отбрасывали другія, „пестрыя" соли, которыя съ того времени сохранили названіе „отбросовыхъ" солей. Теперь же разрабатываются исключительно послѣднія. Особенно выгодна разработка карналита, каинита и сильвина. Къ сожалѣнію, изъ пластовъ съ этими „благородными" солями можно добывать только половину, а другая половина должна оставаться въ видѣ столбовъ, чтобы не произошло обвала вышележащихъ слоевъ. Добытыя соли подвергаются переработкѣ на фабрикахъ, — часть идетъ на удобрительныя соли, часть служитъ для добычи химическихъ продуктовъ,—хлористаго калія и т. д.

Въ настоящее время отложеніе солей происходитъ на днѣ озеръ. Этотъ процессъ совершается въ озерахъ, расположенныхъ въ большихъ сухихъ областяхъ — пустыняхъ и степяхъ. На днѣ многихъ озеръ лежитъ пластъ соли въ нѣсколько метровъ толщины, а у нѣкоторыхъ озеръ обнажившаяся отъ высыханія береговая полоса покрыта толстымъ слоемъ соли. Въ бѣдныхъ водою мѣстностяхъ, напр., въ сѣверной Африкѣ, встрѣчаются соленыя озера, которыя въ сухое время несутъ толстый соляной покровъ. Этотъ послѣдній прозраченъ и крѣпокъ, какъ ледъ, такъ что озеро является какъ бы замерзшимъ и трещитъ подъ ногами идущаго человѣка.

Откуда же озера берутъ соль? Всякая выступающая на поверхность изъ почвы вода содержитъ незначительное количество растворенныхъ солей. Онѣ берутся изъ сосѣдней съ источникомъ горной породы. Вода, просачиваясь сквозь породу, растворяетъ соли, которыя образовываются въ породѣ отъ вывѣтриванія; вода, такимъ образомъ, выщелачиваетъ горную породу. Слѣдовательно, вода источниковъ, ручьевъ и рѣкъ представляетъ слабый растворъ солей. Озера, въ которыя впадаетъ вода, также содержатъ растворъ солей. Если озеро имѣетъ стокъ, то содержаніе солей въ немъ остается всегда незначительнымъ. Иначе дѣло обстоитъ въ озерахъ, лишенныхъ стока. Здѣсь растворъ солей постепенно концентрируется, потому что въ такомъ озерѣ испаряется по крайней мѣрѣ столько же воды, сколько приносится (рѣками). Вода испаряется, а соль остается. Каждый дальнѣйшій притокъ воды снова приноситъ соль, и растворъ солей въ озерѣ дѣлается болѣе крѣпкимъ. Лишенныя стока озера встрѣчаются только въ сухихъ областяхъ, т.-е. въ пустыняхъ и степяхъ, потому что тамъ воздухъ очень сухъ и испареніе настолько значительно, что даже сильный притокъ воды не можетъ его уравновѣсить. Въ сухое время года испареніе можетъ достигнуть такой степени, что озеро все или отчасти высохнетъ, причемъ, естественно, выдѣлится соль. То же самое происходитъ и въ морѣ. Рѣки постоянно приносятъ сюда новыя количества солей, и здѣсь постоянно происходитъ испареніе. Морская вода въ сравненіи съ водою рѣкъ представляетъ густой растворъ солей.

Растворы солей не однородны. Многіе источники содержатъ какую-нибудь одну соль, которая въ изобиліи встрѣчается въ сосѣдней горной породѣ. Такъ, нѣкоторые ручьи несутъ буру, другіе—двууглекислый натрій (соду). Если такой ручей впада-

етъ въ маленькое озеро, не получающее никакихъ другихъ притоковъ, то на днѣ этого озера будетъ отлагаться соотвѣтствующая соль. Въ сѣверной Африкѣ есть большое число „натровыхъ“ озеръ и нѣсколько озеръ, дающихъ отложенія буры. Первыя выдѣляютъ соду и поваренную соль. Но это— исключенія. Въ болѣе крупныхъ озерахъ, имѣющихъ нѣсколько притоковъ, которые приносятъ различныя соли отъ выщелачиванія разнообразныхъ горныхъ породъ, — содержится довольно однородная смѣсь солей. Еще однороднѣе содержаніе солей въ морѣ. Въ морѣ и большихъ озерахъ суши содержатся преимущественно хлористыя соединенія легкихъ металловъ и сульфаты легкихъ металловъ. Такъ, напр., вода Нѣмецкаго моря, соленость котораго равна 3,3 %, содержитъ слѣдующія соли:

поваренной соли . . .	78 %	всего количества солей,
хлористаго калія . . .	2 %	„ „ „
хлористаго магнія . . .	9 %	„ „ „
сульфата кальція . . .	4 %	„ „ „
сульфата магнія . . .	7 %	„ „ „

Изъ этой таблицы видно, что въ морской водѣ больше всего содержится хлористыхъ соединеній натрія и магнія. Эти главныя составныя части ощущаются уже на вкусъ. Морская вода горько-соленаго вкуса, соленаго—отъ присутствія поваренной соли, горькаго—отъ солей магнія. Въ меньшемъ количествѣ встрѣчаются сѣрнокислая известь и хлористый калій. Но кромѣ перечисленныхъ солей, встрѣчаются и другія соли въ очень небольшомъ количествѣ, напр., бромистый калій, бромистый магній, фосфатъ кальція и т. д.

При испареніи воды озера выдѣленіе солей совершается въ слѣдующемъ порядкѣ. Сѣрнокислый кальцій растворимъ труднѣе всего; поэтому, когда испаряется вода, то прежде всего выдѣляется эта соль и осаждается на дно. Онъ выдѣляется изъ растворовъ поваренной соли безводно, т.-е. даетъ ангидритъ, а не гипсъ. Легче растворима поваренная соль. Вода можетъ растворить такое количество поваренной соли, которое по вѣсу равно третьей части воды. Поэтому испареніе должно достигнуть уже значительной степени, если выдѣляется поваренная соль.

Еще легче растворимы остальныя соли; именно, въ растворѣ можетъ содержаться количество солей, равное по вѣсу половинѣ воды и даже больше. Изъ этихъ солей сѣрнокислыя выдѣляются прежде хлористыхъ.

Вообще выдѣленіе солей начинается только въ томъ слу-

чаѣ, когда испарилось около $^1/_{10}$ части объема воды озера. Ужъ это одно указываетъ, что озеро лежитъ въ очень сухой области и что во время испаренія не выпадаетъ сильныхъ дождей. Слѣдовательно, образованіе отложеній солей происходитъ отъ того, что въ бѣдныхъ дождями сухихъ мѣстностяхъ высыхаютъ озера. При такихъ-то условіяхъ должны были образоваться залежи солей цехштейна.

Въ эпоху цехштейна средняя Европа была покрыта большимъ озеромъ, не имѣвшимъ стока. Сначало озеро имѣло богатый притокъ воды и въ немъ царила оживленная жизнь (мѣдистый сланецъ, цехштейнъ), но позднѣе наступилъ продолжительный сухой періодъ, и суша на далекія пространства вокругъ озера превратилась въ пустыню. Притоки озера обѣднѣли водой, отчасти высохли совершенно, и самое озеро постепенно уменьшилось въ размѣрахъ. Животная жизнь вскорѣ угасла въ водѣ, дѣлавшейся все болѣе и болѣе соленой. Испареніе шло далѣе и далѣе. На самыхъ глубокихъ мѣстахъ отложился ангидритъ, за нимъ поваренная соль, потомъ слѣдовали сульфаты и, наконецъ, хлористыя соединенія. Громадная масса отложившихся солей произошла, быть можетъ, отъ того, что озеро временно соединялось съ моремъ (коралловые рифы) и оттуда получало притокъ соленой воды. Прежде чѣмъ испареніе достигло высшей степени, вода заполняла самыя глубокія мѣста неровнаго дна озера, и отложенія, такимъ образомъ, происходили въ отдѣльныхъ бассейнахъ, изъ которыхъ многіе содержали только повареную соль и ангидритъ, а нѣкоторые только одинъ ангидритъ. Позднѣе эти отдѣльныя залежи покрылись новыми отложеніями, и лишь немногія остались нетронутыми. Просачивающаяся вода проникла, растворила часть соли и унесла ее прочь. Меньше всего пострадали трудноразтворимыя залежи ангидрита, но отчасти и онѣ поглотили воду и превратились въ гипсъ. Отъ поглощенія воды массы ангидрита значительно увеличились въ объемѣ, разбухли, а такъ какъ пространство лишь немного увеличилось отъ выщелачиванія горныхъ породъ, то пласты гипса сдвигались и ломались. Потому-то склоны гипсовыхъ горъ всегда состоятъ изъ сильно смѣщенныхъ, частью изогнутыхъ слоевъ.

Многія залежи солей позднѣе сильно пострадали отъ просачивающейся воды, причемъ легкорастворимыя соли первыми подверглись разрушенію. Иногда вся залежь соли выщелачива-

лась, и образовывались шлотты. Только тамъ, гдѣ защищающій слой пропитанной солью глины не пропускалъ воды, сохранились легкорастворимыя соли, лежащія надъ поваренной солью, какъ мы это видимъ въ Стасфуртѣ. Конечно, и здѣсь просачивалась вода, но ея было такъ мало, что она не могла растворить и унести замѣтныя количества солей; она въ большей степени содѣйствовала переработкѣ солей въ каинитъ и сильвинитъ.

Со временемъ діаса для средней Европы наступаетъ продолжительный сухой періодъ, что съ одной стороны видно изъ пустыннаго характара краснаго лежня, съ другой—изъ высыханія цехштейноваго моря. Въ растительномъ мірѣ начинается господство явнобрачныхъ, вступленіемъ къ которому служитъ появленіе первыхъ хвойныхъ деревьевъ. Въ мірѣ животныхъ же начинается господство четвероногихъ, первыми представителями которыхъ являются первичныя хвостастыя амфибіи. Слѣдствіемъ большихъ перемѣщеній, испытанныхъ земной корой еще во время карбона, въ эпоху краснаго лежня являются вулканическія изверженія.

Пермская система, подобно каменноугольной, проявляется въ Европейской Россіи иначе, чѣмъ въ Западной Европѣ. У насъ за каменноугольными отложеніями открытаго моря непосредственно слѣдуютъ также морскіе пермскіе осадки, состоящіе изъ доломитовъ, известняковъ, гипса и каменной соли. Однако, къ концу пермскаго періода море въ Россіи настолько сократилось и обмелѣло, что превратилось въ прѣсноводные бассейны. Пермскія отложенія въ Е. Россіи занимаютъ большую площадь въ сѣверныхъ и восточныхъ губерніяхъ; западная граница ихъ идетъ приблизительно отъ устья Мезени къ Бѣлому озеру, далѣе проходитъ западнѣе Рыбинска къ Рязани, Пензѣ, отъ которой вогнутой линіей тянется къ верхнему теченію Донца, а оттуда къ Каспійскому морю. Кромѣ этого главнаго поля, пермскія отложенія извѣстны въ Курляндской губерніи, въ Привислинскомъ краѣ и на Тиманѣ.

Полезныя ископаемыя пермскаго періода состоятъ главнымъ образомъ изъ громадныхъ залежей каменной соли въ Илецкой Защитѣ (Оренбургской губ.), въ Бахмутскомъ у., (Екатеринославской губ.), а также гипса и сѣры. Кромѣ того, въ небольшомъ количествѣ находятъ асфальтъ (битюмъ) и мѣдныя руды (на Уралѣ и въ Донецкомъ бассейнѣ). *Дополненіе къ переводу.*

VI. Тріасовая формація.

За діасовой формаціей слѣдуетъ тріасъ. Онъ покрылъ обширныя пространства средней Европы и выступаетъ во многихъ мѣстахъ изъ-подъ болѣе новыхъ отложеній. Въ нижнихъ

слояхъ тріасъ состоитъ преимущественно изъ краснаго пестраго песчаника; въ среднихъ—изъ известняка (раковиннаго), а въ верхнихъ—изъ пестрой серіи мергелистыхъ, песчаниковыхъ и гипсовыхъ слоевъ, такъ называемаго кейпера. Вслѣдствіе такого тройного расчлененія вся формація получила названіе тріаса. Однако названіе „тріасъ", примѣнимо только къ германскимъ отложеніямъ, которыя нельзя считать за нормальныя, потому что они не океаническія, а принадлежатъ внутреннему морю. Уже для альпійскаго тріаса это тройное дѣленіе можно провести только искусственно.

А. Пестрый песчаникъ.

Пестрый песчаникъ съ полнымъ правомъ заслуживаетъ свое названіе „песчаника" только въ среднихъ слояхъ, верхніе же и нижніе слои сильно глинисты. Особенно нижній пестрый песчаникъ состоитъ преимущественно изъ красныхъ глинъ, т.-е. изъ интенсивно окрашенныхъ глинистыхъ массъ, которыя такъ тонкослойны, что имѣютъ видъ сланцевъ (сланцеватыя глины).

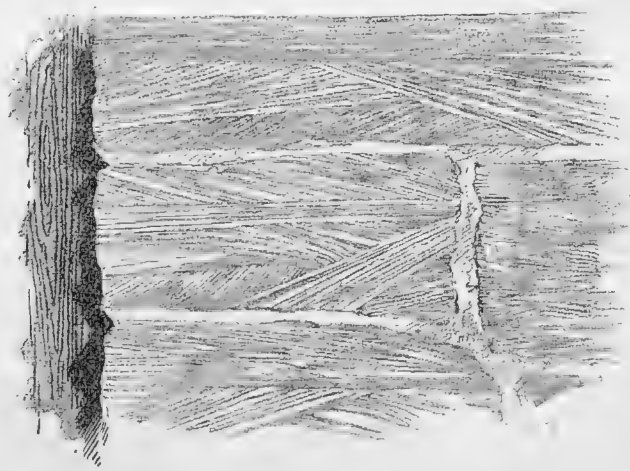


Рис. 66. — Стѣна пестраго песчаника съ перекрещивающейся слоистостью.

Верхніе горизонты пестраго песчаника, которые называютъ рётомъ (Röth), состоятъ изъ глины и, кромѣ того, изъ известняка. Средніе же слои, главный пестрый песчаникъ, состоятъ изъ мощныхъ массъ песчаниковъ, большей частью краснаго и сѣраго цвѣта, откуда и происходитъ названіе „пестраго" песчаника. Эти песчаники очень тверды и од-

народны и образуютъ толстые слои, раздѣленные прослойками глинъ. Слоистость внутри самихъ песчаниковъ своеобразна. Слои лежатъ косо и являются какъ бы вдвинутыми одни въ другіе на подобіе зубьевъ. Эту слоистость называютъ перекрещивающейся (рис. 66). Перекрещивающаяся слоистость встрѣчается нерѣдко и въ песчаникахъ краснаго лежня.

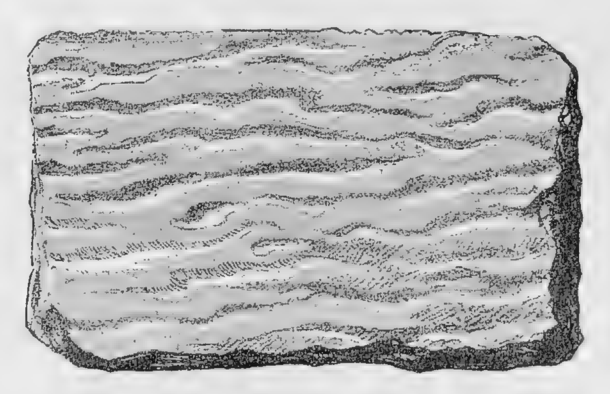


Рис. 67. — Подводная рябь или волноприбойные знаки.

Кромѣ перекрещивающейся слоистости на пестромъ песчаникѣ можно наблюдать:

a) подводную рябь (или волноприбойные знаки). Поверхность нѣкоторыхъ слоевъ волниста; вытянутые вдоль какъ бы гребни волнъ смѣняются долинами (рис. 67).

b) Комки глины, являющіеся небольшими плоскими угловатыми включеніями въ породу.

c) Сѣтчатыя перекладины. Своеобразные тяжевидные валики песчаника, соединенные въ сѣтку (рис. 68).

d) Слѣды ногъ большихъ животныхъ (рис. 68). Эти слѣды производятъ впечатлѣніе, какъ будто бы человѣческая рука была вдавлена въ вязкую глинистую массу; поэтому и животное, отъ котораго эти слѣды происходятъ, назвали „рукозвѣремъ“ или хиротеріемъ (cheiros = рука, therium = звѣрь).

Очевидно, это была первичная хвостатая амфибія, въ родѣ амфибій краснаго лежня, но только большей величины. „Руки“ большею частью немного длиннѣе 10-ти сантиметровъ, но нашли и такіе слѣды, длина которыхъ достигала 40 сант. Животное или не имѣло хвоста, или имѣло, но очень короткій,

потому что иначе кромѣ слѣдовъ ногъ остался бы и слѣдъ отъ влачившагося по землѣ хвоста. Вѣроятно, хиротерій походилъ на гигантскую лягушку.

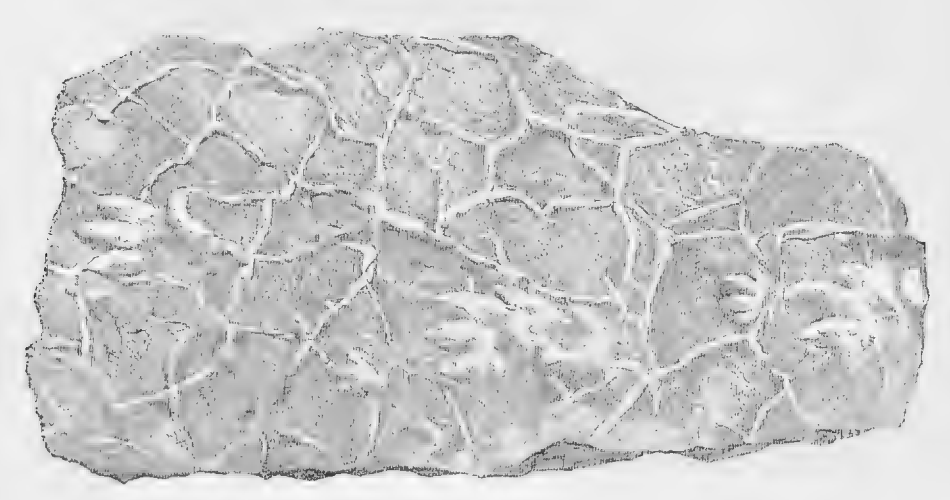


Рис. 68. — Сѣтчатыя перекладины и слѣды хиротерія.

Собственно окаменѣлостями пестрый песчаникъ очень бѣденъ. Поверхность тонкихъ слоевъ глинъ, заключенныхъ между слоями песчаника, мѣстами покрыта множествомъ маленькихъ эллиптическихъ чешуекъ, имѣющихъ весьма тонкую исчерченность и пунктировку. Это—раковинки очень маленькаго рачка эстеріи (Estheria minuta, рис. 69). Эстерія родственна нынѣ живущей водяной блохѣ (рис. 70), она имѣла такое же строеніе.

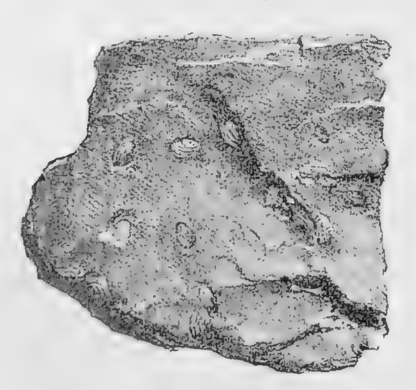


Рис. 69. — Эстеріи.

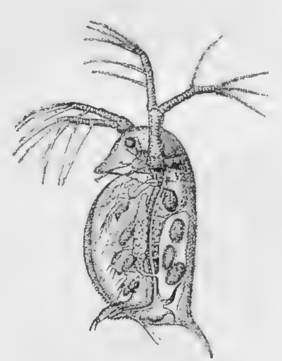


Рис. 70. Водяная блоха.

Жила эстерія такъ же, какъ живетъ водяная блоха, и неисчислимыми массами населяла лужи.

Отъ растительныхъ остатковъ въ пестромъ песчаникѣ находятъ окаменѣвшіе стволы и отпечатки вѣтвей хвойнаго дерева вольціи (Voltzia heterophylla, рис. 71). Вольція была высокимъ стройнымъ деревомъ съ мутовчато расположенными вѣтвями, какъ у араукаріи. Вѣтви несли короткія широкія и толстыя иглы, а на самомъ концѣ — длинныя узкія и плоскія. Этому растеніе обязано своимъ названіемъ „гетерофилла" (heteros = различный, phyllum = листъ), т.-е. „разнолистная". Шишки были продолговатыя. Ихъ деревянистыя чешуи раскрывались широко, какъ въ шишкахъ сосны. Подъ деревянистыми

Рис. 71. — Voltzia heterophylla.

чешуями помѣщались крылатыя сѣмена, которыя вѣтеръ могъ легко переносить на большія разстоянія.

Такіе бѣдные окаменѣлостями песчаники съ перекрещивающейся слоистостью, какіе составляютъ пестрый песчаникъ, нынѣ образуются въ песчаныхъ пустыняхъ *).

Песчаныя пустыни.

Въ пустыняхъ механическое вывѣтриваніе очень значительно. Скалы распадаются сначала на крупные куски, а потомъ на мелкій щебень и песокъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ идетъ химическое разложеніе силикатовъ (преимущественно на глину). Такъ какъ въ сухихъ мѣстностяхъ эти продукты распада не выщелачи-

---

*) Прил. № 7.

ваются водою, то желѣзо, содержащееся въ камняхъ, остается въ глинѣ и пескѣ въ видѣ красной окиси желѣза, отчего песокъ пустынь является краснымъ или бурымъ, если часть окиси поглотила воду и превратилась въ водную окись желѣза.

Образовавшійся такимъ образомъ песокъ пустынь переносится вѣтромъ. Вѣтеръ—главнѣйшій геологическій дѣятель по переносу песка въ пустынѣ. Сильныя бури пустынь вздымаютъ подъ небеса песокъ и пыль. Подобно черной непроницаемой тучѣ, сквозь которую не можетъ проникнуть солнечный лучъ, масса песка и пыли несется надъ пустыней. Когда сила вѣтра

Рис. 72. — Дюны въ Сахарѣ.

ослабѣваетъ, то болѣе тяжелыя зернышки песка падаютъ на землю, въ то время какъ мелкій песокъ еще долго носится въ воздухѣ и часто угоняется вѣтромъ за предѣлы пустыни. Зерна песка еще катятся по землѣ нѣкоторое время, прежде чѣмъ вполнѣ успокоятся. Если переносимый песокъ встрѣчаетъ препятствіе, какъ, напр., камень, неровность почвы, то онъ скопляется передъ этимъ препятствіемъ въ видѣ вытянутаго холма. Когда холмъ достигнетъ высоты препятствія, то часть гонимаго вѣтромъ песка падаетъ по ту сторону его. Такъ образуются песчаные холмы своеобразной формы: съ навѣтренной стороны они отлоги, на вершинѣ имѣютъ болѣе или менѣе острый гребень, а на подвѣтренной сторонѣ они довольно круто ниспадаютъ (рис. 72). Дюны могутъ образоваться тамъ, гдѣ

отложены массы сухого песку, въ особенности на морскихъ берегахъ и въ пустыняхъ. Дюны не всегда лежатъ неподвижно. Каждая буря, проносящаяся надъ пустыней, отдѣляетъ съ ихъ навѣтренной стороны зерна песку и перекатываетъ ихъ черезъ гребень дюнъ; такъ у дюнъ съ навѣтренной стороны берется песокъ и накопляется у противоположной. Отъ этого дюна получаетъ нѣсколько иное положеніе: она немного передвигается въ направленіи вѣтра. Это продолжается при каждомъ порывѣ вѣтра. Береговыя дюны передвигаются въ глубь суши подъ напоромъ вѣтровъ.

Передвигающіяся береговыя дюны переходятъ, напр., черезъ косу Куришъ-Нерунгъ въ направленіи отъ Балтійскаго моря къ Куришъ-Гаффу, дѣлая ежегодно путь въ $5^2/_3$ метра. Несмотря на такое медленное движеніе, онѣ перешли уже черезъ цѣлыя деревни. Такъ, въ прошломъ столѣтіи шесть деревень были покинуты жителями изъ-за надвигавшагося песку; деревни были совершенно засыпаны, и сейчасъ высокій гребень дюны находится на мѣстѣ деревни Карваитенъ, гдѣ онъ подымается на 58 метровъ. Другая деревня, Кунценъ, уже показывается изъ-подъ дюны на сторонѣ, обращенной къ морю, а въ началѣ 19-го столѣтія она лежала на востокъ отъ дюны. Такимъ образомъ, дюна въ своемъ движеніи впередъ уже перешла черезъ деревню.

Такъ же странствуютъ и дюны пустынь. Даже цѣлыя пустыни перемѣщаются, но передвиженіе ихъ не бросается въ глаза, потому что въ теченіе года онѣ передвигаются всего на нѣсколько метровъ.

Каждый новый покровъ песка откладывается на склонахъ дюны въ косомъ направленіи. Если область дюнъ выравнивается, напр., дѣйствіемъ текущей воды или вѣтромъ, дующимъ продолжительное время въ другомъ направленіи, то отъ отдѣльныхъ дюнъ остаются только ихъ основанія. Образуется песчаная масса, которая, какъ одно цѣлое, образуетъ ровный покровъ. Сдѣлавъ разрѣзъ черезъ такой покровъ, можно увидѣть, что онъ составленъ изъ косыхъ слоевъ различнаго направленія и наклона, т.-е. разрѣзъ представилъ бы картину перекрещивающагося наслоенія.

Такъ современныя пустыни даютъ намъ картину образованія пестраго песчаника. Подобно современнымъ пустынямъ, пустыня того времени не была совершенно лишена раститель-

ности. Правда, тогда не было пальмъ, но въ ней росли хвойныя, родственныя араукаріямъ — вольціи. Встрѣчались и водные бассейны; тамъ и сямъ были озера, существовавшія долгое время. Надъ пустыней иногда проносились и сильные ливни. Тогда временно образовывались большіе потоки; вода стекала въ низины, разливаясь въ обширныя временныя озера. Кромѣ песка, вода сносила въ озера и смытую глину, которую въ сухое время вѣтеръ развѣвалъ по пустынѣ, и откладывала ее на песчаномъ днѣ временныхъ озеръ. Такъ образовались прослойки глинъ.

Озера и лужи оживлялись безчисленными мелкими рачками, похожими на водяныхъ блохъ эстеріями. Постепенно вода испарялась въ сухомъ воздухѣ пустыни и озера окаймлялись широкой полосой высохшей земли, покрытой тонкимъ слоемъ вязкаго глинистаго ила. Когда поднимался вѣтеръ, то онъ далеко гналъ волны черезъ эту плоскую прибрежную полосу. Въ то время, какъ волны стекали обратно, новый порывъ вѣтра уже гналъ на берегъ новыя волны. Волны сталкивались; въ опредѣленныхъ, довольно равномѣрныхъ разстояніяхъ должны были встрѣчаться гребни и долины волнъ. На мѣстѣ встрѣчи движеніе должно было, хоть на мгновенье, прекратиться; глинистый илъ, который несла вода, опускался на дно. Такъ на глинистомъ илу образовались длинныя плоскія грядки ряби, вытянутыя параллельно берегу озера. Это и есть подводная рябь или волноприбойные знаки.

Подобную „песчаную рябь“ образуетъ и вѣтеръ, когда ударяется о слабо наклонную поверхность песка, напр., о склоны дюнъ. Потокъ вѣтра отъ тренія о поверхность песка отклоняется отъ своего первоначальнаго направленія и задерживается въ своемъ равномѣрномъ движеніи. Такъ онъ проносится надъ поверхностью земли и при этомъ насыпаетъ длинныя песчаныя грядки ряби.

Если въ это время одна изъ большихъ первичныхъ амфибій, жившихъ вблизи озеръ, хиротерій, подходила къ водѣ и ступала по илистой прибрежной полосѣ, то ея рукоподобныя лапы отпечатывались въ пластической глинистой массѣ. Этотъ слѣдъ сохранялся, если только продолжалось сухое время и новый ливень не размягчалъ глины и не смывалъ слѣдовъ. Ближайшая песчаная буря заметала слѣды и въ точности выполняла углубленія, такъ что позднѣе, когда песокъ уже затвердѣлъ, слѣды выпукло отпечатались на покрывающемъ слоѣ.

При продолжающемся высыханіи почва трескалась. Какъ

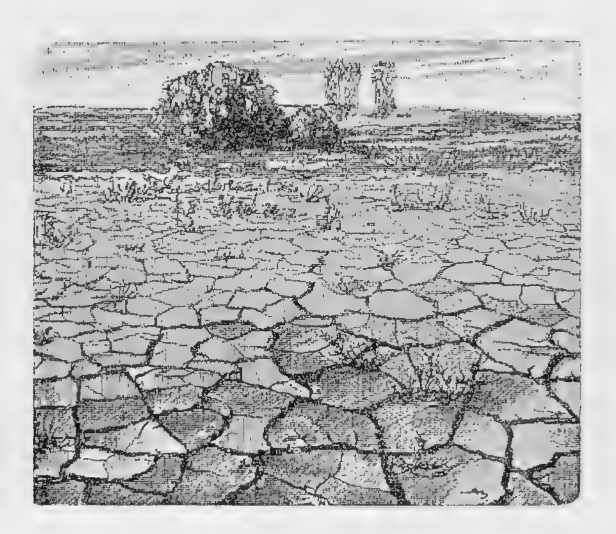


Рис. 73. — Трещины, образовавшіяся на днѣ лужи отъ высыханія.

образуются такія трещины, можно наблюдать на каждой дождевой лужѣ, быстро высыхающей подъ лучами солнца. Верхній слой ила, естественно, высыхаетъ прежде всего. Онъ теряетъ очень много воды и отъ этого дѣлается такъ малъ, что уже не можетъ, какъ прежде, покрывать всей поверхности; вслѣдствіе этого онъ разрывается. При этомъ образуется цѣлая сѣть трещинъ (рис. 73). То же происходило и на берегахъ озеръ пустыни въ эпоху пестраго песчаника. Тамъ также вслѣдствіе сморщиванія образовалась сѣть „трещинъ высыханія", которыя съ теченіемъ времени заносились и выполнялись пескомъ. Затвердѣвшій песокъ имѣлъ на своей нижней поверхности (прикасавшейся къ глинѣ) валики, которые и составляютъ „сѣтчатыя перекладины".

Высыханіе продолжалось. Тонкіе кусочки глинистой коры между трещинами высыханія подымались у краевъ и свертывались на подобіе стружекъ (рис. 74).

Рис. 74. — Загибаніе кусочковъ коры ила.

Вѣтеръ перекатывалъ ихъ далеко черезъ ближайшія дюны, пока они гдѣ нибудь не останавливались въ сторонѣ, защищенной отъ вѣтра. Когда наступалъ дождь, то кусочки размокали, разгибались и при ближайшей бурѣ заносились пескомъ. Такъ образовались „комки глины".

Пестрый песчаникъ служитъ великолѣпнымъ строительнымъ матеріаломъ. Такъ какъ онъ однороденъ, то его очень удобно обрабатывать. Многія величественныя постройки прошлыхъ столѣтій, какъ-то: романскіе соборы въ Шпейерѣ и Вормсѣ, готическіе храмы Базеля, Фрейберга и Страсбурга, гейдельбергскій замокъ и пр. построены изъ пестраго песчаника. Онъ также пригоденъ для скульптурныхъ работъ: рѣзная работа на готическихъ церквахъ сдѣлана изъ него, такъ же какъ и средневѣковыя скульптуры.

В. Раковинный известнякъ.

На пестромъ песчаникѣ покоится рядъ слоевъ сѣрыхъ известняковъ, въ которыхъ попадается громадное количество окаменѣлыхъ раковинъ брахіоподъ и двустворчатыхъ. Отсюда этотъ известнякъ получилъ названіе „раковиннаго". Въ южной Германіи средній ярусъ раковиннаго известняка образованъ отложеніями гипса (и ангидрита) и каменной соли. Здѣсь, слѣдовательно, сложеніе раковиннаго известняка напоминаетъ сложеніе цехштейна.

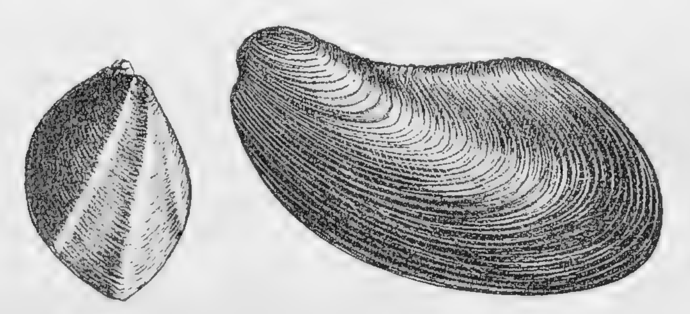


Рис. 75. — Myophoria. Рис. 76. — Gervilleia socialis.

Раковинный известнякъ, гдѣ онъ выходитъ на дневную поверхность, усиленно разрабатывается. Онъ идетъ на строительный матеріалъ а также для мощенія улицъ. Кромѣ того, его въ особыхъ печахъ обжигаютъ въ негашеную известь. Лучшій матеріалъ доставляетъ нижній ярусъ раковиннаго извест-

няка. Въ этомъ ярусѣ встрѣчается четыре мощныхъ слоя очень твердаго и чистаго известняка, особенно цѣннаго въ техническомъ отношеніи.

Среди раковинъ двустворчатыхъ преобладаютъ міофоріи (рис. 75). Онѣ имѣютъ продолговато-овальную форму; раковины украшены сильно выступающими радіальными ребрами.

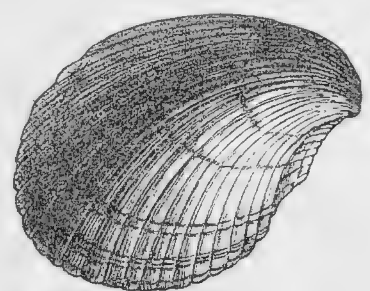
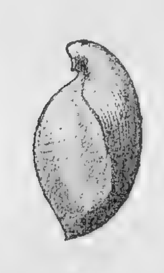
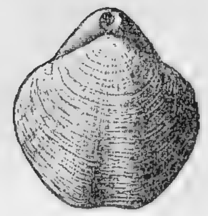


Рис. 77.— Lima striata.

Очень часто встрѣчается **г е р в и л л е й я** (рис. 76) съ вытянутой раковиной, похожей по внѣшней формѣ на нынѣшнюю съѣдобную ракушку **м и д і ю** (Mytilus edulis). Нерѣдко встрѣчается лима (рис. 77) съ округлой, немного скошенной раковиной и красивыми, рѣзко выраженными радіальными ребрами.

По числу двустворчатымъ не уступаютъ брахіоподы. Самый важный родъ ихъ представляетъ **т е р е б р а т у л я** (рис. 78 и





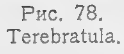


Рис. 78. Terebratula.

Рис. 79. — Теребратули въ морѣ временъ раковиннаго известняка.

79). Она имѣетъ округлыя гладкія раковины. Въ клювѣ большой створки находится круглое отверстіе для мясистаго сте-

белька; по этому круглому отверстію этотъ родъ и получилъ свое названіе (terebratum = пронизанное круглымъ отверстіемъ). Ручной аппаратъ, сохранившійся въ весьма немногихъ случаяхъ, не образуетъ спиралей, какъ у спириферъ, но простую петлю. Отдѣльные виды теребратули встрѣчаются такими массами въ раковинномъ известнякѣ, что цѣлые слои его состоятъ только изъ раковинъ и ядеръ. Такъ, напр., такъ называемые слои „черепашьихъ яицъ" въ верхнемъ ярусѣ раковиннаго известняка обязаны своимъ названіемъ маленькой круглой теребратулѣ, густыми массами покрывающей поверхность слоевъ.

Рис. 80. — Ceratites nodosus.

Теребратули встрѣчаются также и въ болѣе древнихъ формаціяхъ, но въ незначительномъ количествѣ.

На поверхности многихъ слоевъ раковиннаго известняка очень часто попадаются змѣеобразно извивающіеся выступы, толщиною въ палецъ. Эти змѣеобразные выступы — выполненія ходовъ, которые оставили большіе черви, роясь въ вязкомъ илѣ.

Въ раковинномъ известнякѣ встрѣчаются также „аммоновы рога", или аммониты, среди которыхъ наиболѣе распространенный (изъ верхняго яруса) цератитесъ (рис. 80 — 83). Онъ величиною въ кисть руки и его раковина спирально завита въ одной плоскости (рис. 80). Ядро несетъ нѣкоторое число поперечныхъ выступовъ, на которыхъ находится по два узла. По этимъ узламъ животное и получило свое названіе (nodosus = узловатый). Кромѣ того, на ядрѣ видны извивающіяся линіи, которыя идутъ въ томъ же направленіи, какъ и выступы; это — лопастныя линіи. Направленные назадъ изгибы линій, такъ называемыя лопасти, всегда зазубрены, а направленные напередъ, такъ называемыя сѣдла, никогда не имѣютъ зазубринъ (рис. 81). Лопастныя линіи расположены по всей раковинѣ на довольно равномѣрно возрастающихъ разстояніяхъ (рис. 82).

Цератитъ — головоногій моллюскъ, какъ силурійскій ортоцерасъ, какъ гоніатиты девона и карбона и какъ нынѣ еще живущій наутилусъ. Лопастная линія на каменномъ ядрѣ соотвѣтствуетъ наружному краю перегородокъ, отдѣляющихъ камеры другъ отъ друга. Но перегородки не вдаются назадъ, какъ у тѣхъ, а плоско выгнуты впередъ и, кромѣ того, ихъ края волнисто изогнуты. Отсюда и происходитъ лопастная

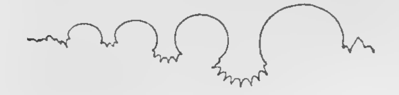


Рис. 81. — Лопастная линія цератита.

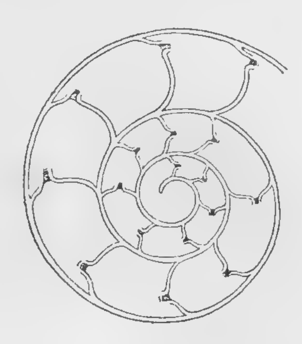


Рис. 82. — Разрѣзъ черезъ аммонитъ.

линія. Сифонъ лежитъ не посрединѣ, но у внѣшняго изгиба раковины (см. рис. 82). Эти три признака: выгнутыя впередъ перегородки, лопастная линія и внѣшнее расположеніе сифона характерны для аммонитовъ. Своеобразная форма перегородокъ

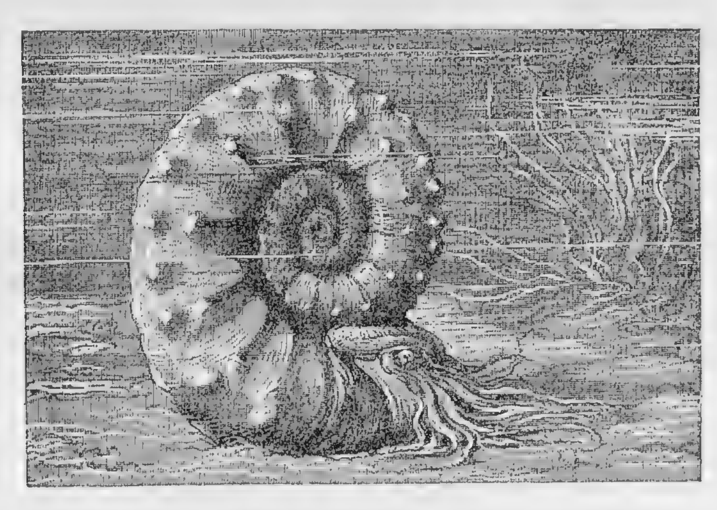


Рис. 83. — Цератитъ въ морѣ временъ раковиннаго известняка.

указываетъ на то, что задній конецъ тѣла выдавливался наружу помѣщавшимся назади газовымъ пузыремъ и что мускулъ, придерживающій тѣло, прирасталъ кзади отдѣльными пучками,

такъ что его край образовалъ змѣеобразную лопастную линію. Цератитъ жилъ, ползая по морскому дну (рис. 83). Однако онъ могъ и плавать, какъ плаваетъ наутилусъ, т.-е. выталкивая воду изъ воронки. Этотъ цератитъ (Ceratites nodosus) встрѣчается исключительно въ германскомъ раковинномъ известнякѣ и въ большомъ количествѣ. Внѣ Германіи онъ почти не встрѣчается.

Въ верхнемъ раковинномъ известнякѣ часто находятъ остатки морской лиліи энкри-

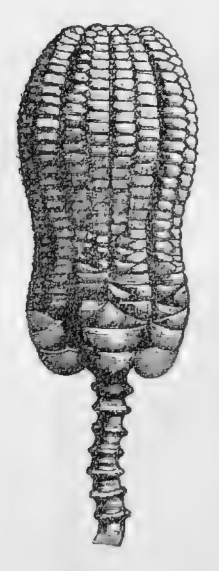


Рис. 84. Encrinus liliiformes.

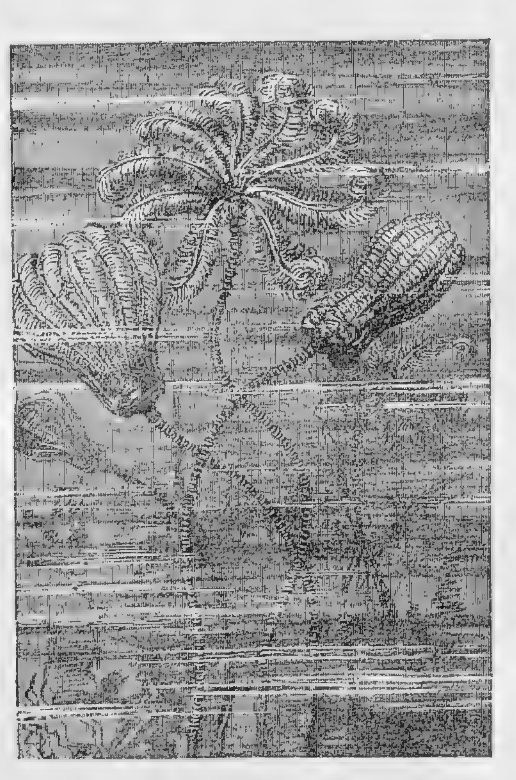


Рис. 85. — Трохитовый известнякъ.

нуса (Encrinus liliiformis, рис. 84). Энкринусъ былъ близкимъ родственникомъ морскихъ звѣздъ. Его тѣло имѣло чашевидную форму и оканчивалось двадцатью хватательными руками. Тѣло сидѣло на длинномъ кругломъ стеблѣ, который при помощи отростковъ, имѣвшихъ видъ корней, прирасталъ къ морскому дну. Стебель состоялъ изъ короткихъ цилиндрическихъ известковыхъ члениковъ, да и все чашевидное тѣло, такъ называемая крона, было покрыто известко-

выми пластинками. Энкринусъ производилъ впечатлѣніе скорѣе растенія, чѣмъ животнаго, потому что имѣлъ корни, стебель и крону, которая въ сложенномъ состояніи была похожа на бутонъ лиліи [liliiformis = имѣющій форму лиліи; crinon (въ словѣ encrinus) = лилія].

Иногда попадаются цѣлые экземпляры энкринуса, но чаще всего или отдѣльныя кроны, или членики стебля, такъ называемые трохиты. Они безчисленными массами покрываютъ слои раковиннаго известняка (трохитовый известнякъ, рис. 85). Трохиты сильнѣе сопротивляются вывѣтриванію, чѣмъ известнякъ; поэтому они нерѣдко лежатъ свободно, въ то время какъ остальная масса известняка снесена водою и вѣтромъ.

Всѣ известковыя части энкринуса состоятъ не изъ волокнистаго арагонита, какъ известковыя выдѣленія почти всѣхъ другихъ животныхъ (брюхоногихъ моллюсковъ, двустворчатыхъ, брахіоподъ и т. д.), но изъ известковаго шпата (кальцита); поэтому при раскалываніи ихъ плоскости излома являются блестящими. Выдѣленіе углекислой извести въ видѣ известковаго шпата свойственно только иглокожимъ (морскимъ ежамъ, морскимъ звѣздамъ, морскимъ лиліямъ); поэтому окаменѣлые остатки этихъ животныхъ можно легко узнать по ихъ „шпатовому“ излому.

Раковинный известнякъ—водное отложеніе, и образованіе гипса и каменной соли указываетъ на постепенное высыханіе водныхъ бассейновъ. Важное указаніе на то, какого рода были эти бассейны, даютъ также окаменѣлости. Окаменѣлости раковиннаго известняка хотя и встрѣчаются въ изобиліи, но всегда состоятъ изъ незначительнаго числа видовъ. Есть известковыя отложенія, образованныя однимъ единственнымъ ископаемымъ видомъ животныхъ, напр., трохитовый известнякъ, слои черепашьихъ яицъ и т. д. Животный міръ раковистаго известняка необычайно бѣденъ видами, но эти немногіе виды присутствуютъ въ громадномъ количествѣ индивидуумовъ.

Фауна этого рода обыкновенно встрѣчается не въ открытомъ океанѣ, а въ озерахъ и внутреннихъ моряхъ, гдѣ жизненныя условія являются подходящими только для незначительнаго числа видовъ животныхъ, которыя зато могутъ тѣмъ обильнѣе размножаться.

Среднеевропейское море времени раковиннаго известняка было большимъ внутреннимъ моремъ. Съ юга оно ограничи-

валось современнымъ Швабо-Франконскимъ плоскогоріемъ, которое въ то время вдавалось между этимъ моремъ и открытымъ океаномъ, покрывавшимъ область нынѣшнихъ Альпъ и оттуда простиравшимся далеко къ югу.

Въ водахъ этого внутренняго моря царила богатая животная жизнь: двустворчатые покрывали массами морское дно; прикрѣпившись къ подводнымъ камнямъ, тѣсно сидѣли круглыя теребратули; морскія лиліи укрѣплялись въ песчаномъ днѣ своими корнями, и ихъ многорукія кроны качались на стройныхъ стебляхъ, то раскрываясь и протягивая за добычей свои хватательныя руки, то закрывая ихъ на время покоя (рис. 86). По морскому дну медленно ползали цератиты, отыскивая себѣ пищу; только изрѣдка они поднимались и медленными толчками плыли въ спокойной водѣ.

Рис. 86. — Энкринусы въ тріасовомъ морѣ.

Въ этотъ періодъ, прежде чѣмъ животная жизнь вполнѣ развилась, наступилъ продолжительный сухой періодъ. Дождей выпадало очень мало; число притоковъ озера уменьшилось; вода все болѣе и болѣе испарялась, такъ что нѣкоторыя части воднаго бассейна совершенно высохли, при чемъ изъ воды выдѣлились гипсъ и каменная соль. Позднѣе вода снова поднялась и долгое время стояла на одномъ уровнѣ, а въ это время на днѣ снова отлагались известь и гипсъ, какъ то было въ самомъ началѣ этого періода.

С. Кейперъ.

За раковиннымъ известнякомъ слѣдуетъ пестрый рядъ слоевъ самаго различнаго рода: глины съ флёцами каменнаго угля, гипсъ, песчаники, пестрый мергель и т. п. Эту серію слоевъ соединяютъ подъ общимъ названіемъ **кейпера.** Это названіе въ сѣверной Франконіи давали только пестрымъ мергелямъ, но впослѣдствіи оно было перенесено на всю формацію.

Глинистые каменноугольные флёцы вслѣдствіе малой мощности и нечистоты угля не разрабатываются. Кейперскій песчаникъ служитъ хорошимъ строительнымъ матеріаломъ.

Среди растительныхъ окаменѣлостей, которыми кейперъ не бѣденъ, впервые встрѣчаются отпечатки пальмовыхъ листьевъ,

которые называются птерофиллами (рис. 87; pteron = перо; phyllum = листъ). Это длинные, просто перистые листья съ линейными боковыми листочками. Птерофиллумъ родственникъ современной саговой пальмѣ (рис. 88) и, вѣроятно, походилъ на нее *).

Также встрѣчаются и остатки хвощей. Хотя это уже не большія деревья, какъ каламиты каменноугольнаго періода, но все же крупныя растенія, значительно бóльшія, чѣмъ наши современные хвощи. Особенно одинъ слой песчаника такъ переполненъ остатками хвощей, что

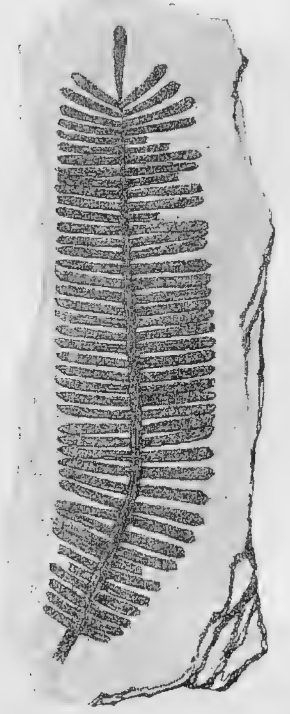


Рис. 87. — Pterophyllum.

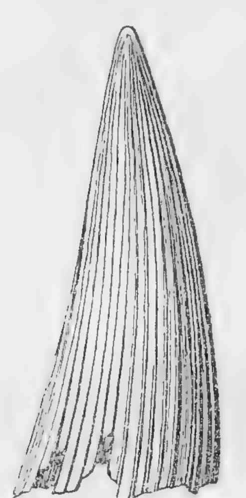
Рис. 88. — Саговая пальма.

его называютъ „тростниковымъ" песчаникомъ.

Среди животныхъ остатковъ кейпера интереснѣе всего кости

*) Обозначеніе птерофиллумъ „пальмовыми" листьями не точно, такъ какъ настоящія пальмы появляются въ значительно болѣе позднюю геологическую эпоху. Такъ, названіе „саговая пальма", о которой идетъ рѣчь въ данномъ случаѣ, относится не къ пальмамъ, а къ цикадовымъ, какъ, напр., современный (цикасъ Cycas revoluta). Этотъ цикасъ большею частью ошибочно называютъ саговой пальмой потому, что онъ даетъ саго подобно настоящей саговой пальмѣ и нѣкоторымъ другимъ, также дающимъ саго. Цикадовыя — голосѣмянныя, а всѣ настоящія пальмы относятся къ покрытосѣмяннымъ. *Прим. пер.*

гигантскихъ первичныхъ земноводныхъ. Особенно интересно устроены у нихъ зубы, которые не просто складчаты, какъ у архегозавра, но главныя складки имѣютъ еще боковыя складочки. На поперечномъ шлифѣ видно ихъ сложное строеніе (рис. 89). Вслѣдствіе такого слож-



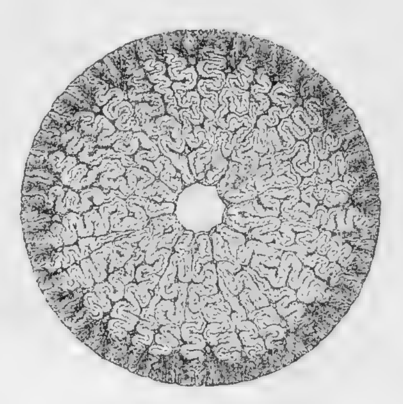


Рис. 89. — Зубы лабиринтодонта. Видъ сбоку и поперечный разрѣзъ.

наго строенія зубовъ эту группу первичныхъ земноводныхъ назвали лабиринтодонтами (лабиринтозубыя). Къ нимъ, вѣроятно, принадлежали хиротеріи пестраго песчаника.

Характеръ отложеній кейперской формаціи указываетъ на сушу съ лѣсными болотами (птерофиллумъ, глинистые каменноугольные флёцы, остатки хвощей). Но нѣкоторыя отложенія были водныя (мергель), особенно такія, которыя характерны для высыхающихъ водныхъ бассейновъ (гипсъ). Во время кейпера средняя Европа къ сѣверу отъ современной области Альпъ представляла сушу, покрытую большими озерами и лѣсными болотами. Въ нихъ обитали животныя, подобныя животнымъ пустыни пестраго песчаника и морскимъ животнымъ раковиннаго известняка.

Царемъ животнаго міра былъ лабиринтодонтъ, гигантское первичное земновидное, населявшее болота. Лѣса состояли главнымъ образомъ изъ хвойныхъ и древовидныхъ папоротниковъ, къ которымъ, однако, примѣшивались саговыя пальмы *).

*) Цикадовыя. *Прим. пер.*

Иногда наступали періоды сухости; тогда большая часть озеръ высыхала и на днѣ ихъ отлагался гипсъ.

Нельзя окончить описаніе тріаса, не разсмотрѣвъ вкратцѣ альпійскаго тріаса.

Альпійскій тріасъ.

Въ альпахъ тріасовые слои широко распространены. Известковыя Альпы, съ сѣвера и съ юга сопровождающія Центральныя кристаллическія Альпы, состоятъ большею частью изъ нихъ. Альпійскій тріасъ отличается отъ среднеевропейскаго. Тройного дѣленія нельзя провести съ увѣренностью; особенно трудно отдѣлить раковинный известнякъ отъ кейпера, такъ какъ оба отдѣла состоятъ поперемѣнно изъ толстыхъ твердыхъ слоевъ известняка и болѣе мягкихъ слоевъ мергеля. Слои известняка часто состоятъ изъ бѣднаго окаменѣлостями рифоваго известняка, отличающагося большою твердостью; мощность ихъ равна нѣсколькимъ стамъ метрамъ. Горизонты мергеля, напротивъ, имѣютъ меньшую мощность; они богаты морскими окаменѣлостями и представляютъ большее разнообразіе по числу видовъ животныхъ, чѣмъ среднеевропейскій тріасъ. Разница между тѣмъ и другимъ объясняется тѣмъ, что въ тріасовое время въ средней Европѣ было внутреннее море, а въ области Альпъ—открытый океанъ. Оба морскихъ бассейна отдѣлялись мостомъ суши, соотвѣтствовавшимъ приблизительно нынѣшней Верхней Баваріи и Верхней Швабіи. Только во время кейпера произошло на юго-востокѣ соединеніе обоихъ морей. Поэтому въ верхнихъ слояхъ альпійскаго тріаса находится одинъ слой, заключающій тѣ же животные остатки, какъ и одинъ изъ германскихъ слоевъ кейпера [такъ называемый рэтъ (Rhät); не смѣшивать съ рётомъ (Rhöt)]. Особенно часто въ обоихъ встрѣчается изогнутая раковина авикуля (Avicula contorta, рис. 90), по которой легко установить соотвѣтствіе слоевъ.

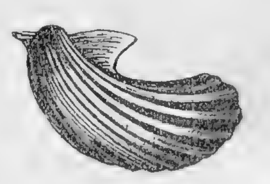


Рис. 90.
Avicula contorta.

Тріасовые слои придаютъ ландшафту Известковыхъ Альпъ своеобразный характеръ. Известковые слои образуютъ горы съ крутыми склонами (рис. 91). Слои мергеля, напротивъ, даютъ слабо наклонные склоны. Особенно характерную форму придаетъ склонамъ горъ твердый крѣпкій веттерштейнскій известнякъ, который образуетъ крутыя, зубчатыя, большею частью обнаженныя скалы. У подошвы такихъ скалъ простираются слабо

покатые альпійскіе луга, покрытые роскошной растительностью. Тамъ расположены лежащіе подъ веттерштейнскимъ известнякомъ слои мергеля, такъ называемые партнахскіе слои, поверхность которыхъ представляетъ водоносный горизонтъ. Вода, просочившись сквозь водопроницаемый известнякъ, собирается на глинистомъ водоупорномъ слоѣ мергеля и высту-

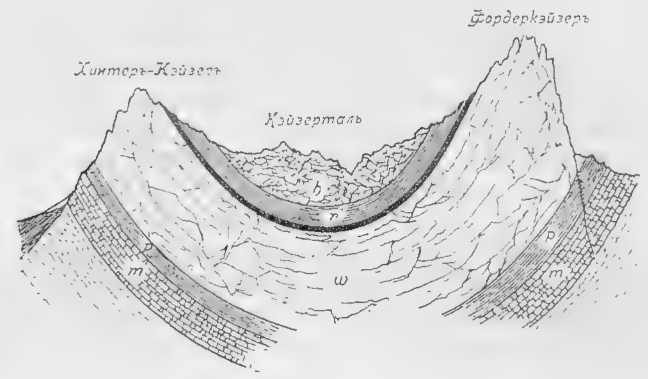


Рис. 91. — Профиль черезъ Кэйзергебирге (по Фраасу).
h — главный доломитъ. *r* — райбльскіе слои. *w* — веттерштейнскій известнякъ. *p* — партнахскіе слои. *m* — раковинный известнякъ.

паетъ на склонахъ горы въ видѣ источниковъ. Мягкій землистый составъ вывѣтрившейся горной породы и богатство источниками обусловливаютъ пышную растительность луговъ.

Во время тріаса въ средней Европѣ все еще продолжается климатъ, свойственный пустынямъ, который былъ во время діаса. Въ растительномъ мірѣ появляются саговыя пальмы *), которыя подъ конецъ тріаса входили въ составъ хвойныхъ лѣсовъ. Первичныя земноводныя достигаютъ гигантской величины. Они погибаютъ подъ конецъ тріаса, а ихъ мѣсто занимаютъ ящеры и крокодилы, которые въ слѣдующіе за тріасомъ періоды достигаютъ полнаго расцвѣта. Въ тріасѣ же начинаетъ свое развитіе и важная группа аммонитовъ.

Въ предѣлахъ Россіи тріасовыя отложенія имѣютъ широкое распространеніе въ Сибири, на р. Оленекѣ, у Верхоянска, Удскаго острога, въ Уссурійскомъ краѣ у Владивостока и пр., но собственно въ Европейской Россіи они развиты весьма мало. Тріасовыя отложенія появляются небольшими

*) Цикадовыя. *Прим. пер.*

участками лишь въ Привислинскомъ краѣ и Астраханской губерніи, гдѣ они особенно ясно выражены въ горѣ Б. Богдо около озера Баскунчакъ.

Слѣдовательно, уже въ началѣ тріасоваго періода Европейская Россія представляла сушу, которая только на юго-востокѣ покрывалась заливомъ южно-тріасоваго моря, да на западѣ, въ Польшѣ, и этотъ послѣдній, какъ восточная окраина германскато тріасоваго моря, просуществовалъ весь періодъ.

Тріасовыя отложенія Кавказа, Сибири и Астраханской губерніи принадлежатъ къ альпійскому типу, а отложенія Привислинскаго края, представляющія непосредственное продолженіе тріаса В. Силезіи,—къ германскому типу. Здѣсь ясно различаютъ всѣ три отдѣла этого типа: пестрый песчаникъ, раковинный известнякъ и кейперъ. *Дополненіе къ переводу.*

VII. Юрская формація.

За тріасомъ слѣдуютъ слои **юрской формаціи.** Они получили названіе отъ Швейцарской Юры. Эта горная цѣпь такъ называлась уже въ старыя времена, и только позднѣе это названіе было перенесено на Французскую, Швабскую и Франконскую Юру, когда узнали геологическое соотвѣтствіе этихъ цѣпей, которыя состоятъ почти исключительно изъ слоевъ юрской формаціи.

Швабская и Франконская Юра образуютъ широкую плоскую возвышенность, состоящую изъ лежащихъ другъ на другѣ юрскихъ слоевъ. Она слабо наклонена къ востоку, а на сѣверозападѣ и западѣ она обрывается круто. Поверхность возвышенности образована только верхними юрскими слоями, въ то время, какъ на крутомъ сѣверо-западномъ склонѣ можно видѣть всѣ юрскіе слои, лежащіе одинъ на другомъ. Съ этой стороны (рис. 92) Юра изрѣзана глубокими ущельями, а самый край разорванъ долинами, раздѣляющими отдѣльныя крутыя горы отъ всей возвышенности, какъ напр., гора „Гнѣздо Гогенцоллерновъ“ и др. Какъ всѣ известковыя области, Юра необычайно богата пещерами.

Юрская формація состоитъ главнымъ образомъ изъ слоевъ глины и известняка, причемъ нижніе слои преимущественно глинистые, а верхніе известковые. Песчаники встрѣчаются въ среднихъ горизонтахъ, но по мощности значительно уступаютъ глинамъ и известнякамъ.

Юрскіе слои раздѣляютъ на три крупныхъ отдѣла, которые по преобладающей въ нихъ окраскѣ получили слѣдующія названія: нижній отдѣлъ или **черная** юра, средній отдѣлъ или **бурая** юра и верхній отдѣлъ или **бѣлая** юра. Но такъ

какъ соотвѣтствующіе цвѣта не сохранились въ другихъ странахъ, то вмѣсто черной, бурой у бѣлой юры тѣ же отдѣлы называютъ: лейясъ, доггеръ и мальмъ. Каждый изъ этихъ отдѣловъ раздѣляется на ярусы, которые обозначаются греческими буквами.

Дѣленіе на три отдѣла замѣчается и въ характерѣ юрскихъ ландшафтовъ средней Европы: лейясъ состоитъ преимущественно изъ мягкихъ черныхъ глинистыхъ сланцевъ и известняковъ и образуетъ поэтому волнистые плоскіе холмы, составляющіе подошву предгорій собственно Юры. Черный цвѣтъ происходитъ

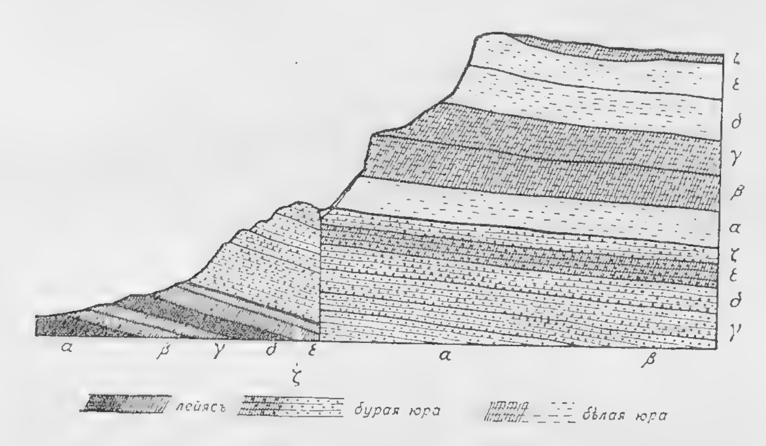


Рис. 92. — Профиль Швабской Юры.

Лейясъ: α — слои съ аріэтитами, δ — глины съ амальфеями; бурая юра: ε — желѣзистые оолиты; бѣлая юра: β и γ — известняки съ перисфинктами, ζ — зольнгофскіе сланцы.

отъ присутствія въ слояхъ горнаго масла (битюма), которымъ горная порода мѣстами такъ богата, что прежде изъ нея добывали этотъ продуктъ, а самый сланецъ употребляли на топливо. Доггеръ, или бурая юра, образуетъ уже собственно предгорія Юры, которая уже поднимается довольно круто. Своей бурой окраской доггеръ обязанъ водной окиси желѣза, которою весьма богаты составляющія его породы; изъ нихъ сильно развитъ такъ называемый желѣзистый оолитъ, т.-е. очень богатая желѣзомъ горная порода, состоящая изъ шариковъ руды, величиною съ дробинки, и имѣющая поэтому видъ окаменѣвшей икры. По этой горной породѣ всю формацію называли раньше о о л и т о в о й.

Мальмъ, или бѣлая юра, состоитъ большей частью изъ свѣтло-

сѣраго твердаго доломитоваго известняка, который сильно сопротивляется вывѣтриванію и образуетъ поэтому крутыя, часто совершенно вертикально поднимающіяся стѣны скалъ. Эти бѣлыя стѣны придаютъ ландшафту Юры своеобразный отпечатокъ (рис. 93). Въ мальмѣ встрѣчается очень тонкослойный известнякъ, раскалывающійся на тонкія пластины; его можно полировать, поэтому онъ употребляется въ литографіи подъ названіемъ литографскаго камня (литографскій известнякъ).

Юрскія отложенія необычайно богаты ископаемыми. Кромѣ обильно встрѣчающихся раковинъ двустворчатыхъ, изъ кото-

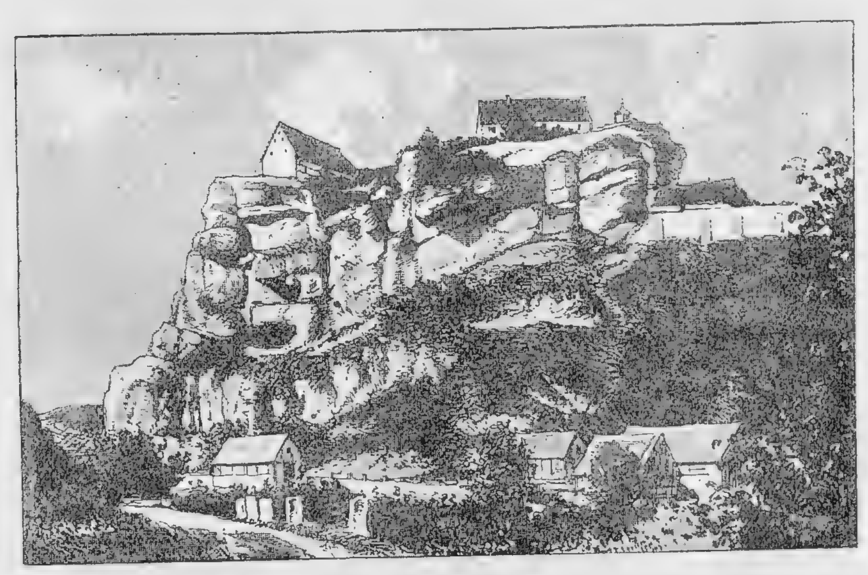


Рис. 93. — Поттенштейнъ въ Франконской Юрѣ.

рыхъ надо отмѣтить сильно сводчатую грифею (рис. 94); здѣсь особенно многочисленны брахіоподы. Между ними первое мѣсто занимаютъ теребратули, рядомъ съ которыми становится другая группа, родъ ринхонелля (рис. 95). Ринхонелли отличаются отъ теребратулей рѣзко выступающими ребрами.

Аммониты юры являются прямо въ сказочномъ изобиліи формъ. Очень часто случается, что отдѣльные виды находятся только въ строго опредѣленныхъ слояхъ и отсутствуютъ въ остальныхъ, такъ что соотвѣтствующій слой легко узнать по его „руководящимъ“ аммонитамъ. Среди юрскихъ аммонитовъ нѣкоторые достигаютъ гигантской величины. Аріэтитъ (Arieti-

tes Bucklandi, рис. 96) ростомъ съ колесо телѣги. Онъ отличается тѣмъ, что на внѣшней сторонѣ несетъ борозду, въ срединѣ которой возвышается круглый киль; этотъ киль заключаетъ въ себѣ сифонъ. Наряду съ нимъ встрѣчаются и ма-

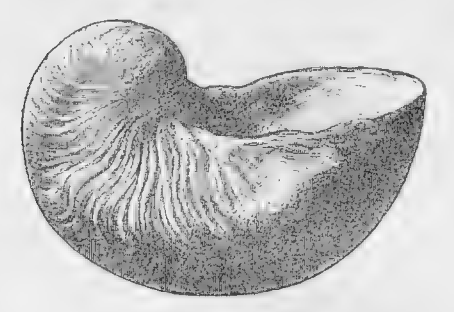


Рис. 94. — Gryphaea arcuata.

Рис. 95. — Rhynchonella.

ленькіе, необычайно изящные виды, какъ напр., амальфей (рис. 97, Amaltheus margaritatus). Онъ имѣетъ на внѣшней сторонѣ киль (сифонъ), являющійся какъ бы заплетеннымъ, и не лежащій въ бороздѣ, какъ у аріэтита.

Аріэтитъ и амальфей принадлежатъ лейясу (черной юрѣ). Къ самымъ красивымъ аммонитамъ относятся виды, встрѣчаю-

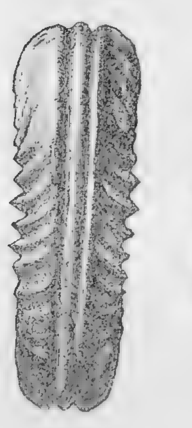


Рис. 96. — Arietites Bucklandi.

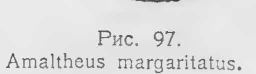


Рис. 97.
Amaltheus margaritatus.

щіеся въ доггерѣ (бурой юрѣ) южной Германіи. Ихъ каменныя ядра имѣютъ переливающую отливами золотистую поверхность и поэтому на обыденномъ языкѣ называются „золотыми раковинами“.

Въ мальмѣ (бѣлой юрѣ) сильно распространенъ перисфинктъ (Perisphinctes biplex, рис. 98), представляющій одну изъ наиболѣе часто встрѣчающихся формъ аммонитовъ. Онъ имѣетъ плоскую дискообразную, съ ребрами, раковину. Ребра непрерывно переходятъ съ одной стороны на другую. Всѣ аммониты юры отличаются сильно расчлененными лопастными линіями. Они, вѣроятно, были лучшими пловцами, чѣмъ цератиты.

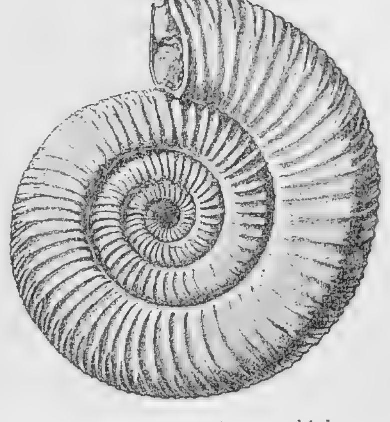


Рис. 98. — Perisphinctes biplex.

Наряду съ аммонитами часто встрѣчаются белемниты (рис. 99 и 100), называемые въ народѣ „громовыми стрѣлами“ и „чортовыми пальцами“ (въ Россіи). Белемниты имѣютъ вытянутую, большею частью цилиндрическую форму съ заостреннымъ концомъ; они похожи на сигару. Если окаменѣлость сохранилась вполнѣ, то она несетъ еще и фрагмоконъ, включенный въ полость цилиндрической части чортаго пальца. Въ совокупности названныхъ частей зоологи признали внутреннюю раковину каракатицы. У современныхъ каракатицъ острая часть сократилась въ маленькій кончикъ, у юрскихъ же каракатицъ она была значительно больше, да и все животное было больше современной каракатицы. Однако, въ существенномъ она имѣла такое же строеніе, какъ современная.

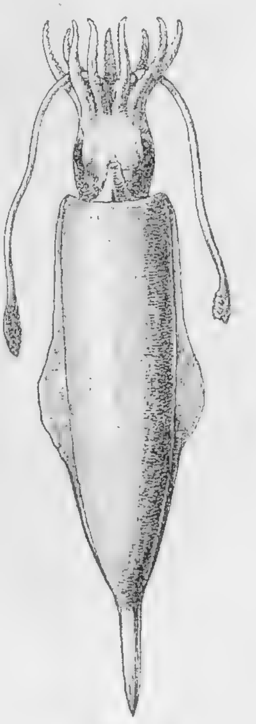


Рис. 100. Belemnites.

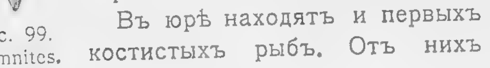


Рис. 99. Belemnites.

Въ юрѣ находятъ и первыхъ костистыхъ рыбъ. Отъ нихъ

не сохранился панцырь изъ чешуй, какъ у ганоидныхъ рыбъ, но сохранился скелетъ, потому что въ то время, какъ ганоидныя рыбы имѣли твердыя, покрытыя эмалью чешуи и хряще-

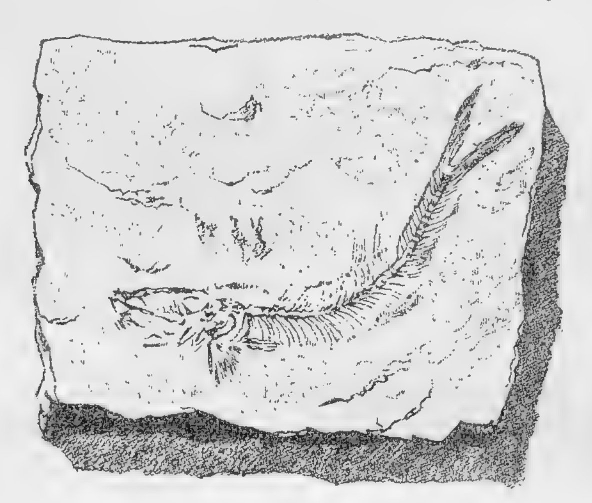


Рис. 101. — Leptolepis sprattiformis.

вой скелетъ, костистыя рыбы имѣли нѣжныя чешуи и костяной скелетъ. Очень часто встрѣчается лептолеписъ (рис. 101, Leptolepis sprattiformis), по формѣ и величинѣ похожій на шпротъ (sprattus = шпротъ).

Къ великанамъ юрскаго періода относится могучій морской крокодилъ—телеозавръ (рис. 102). Онъ имѣлъ и спинной, и брюшной панцыри, а не только спинной, какъ наши рѣчные крокодилы, такъ какъ въ открытомъ морѣ его брюхо, очевидно, нуждалось въ защитѣ отъ нападающихъ снизу другихъ

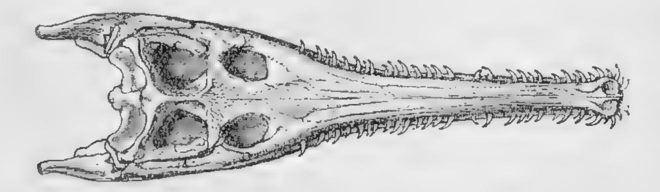


Рис. 102. — Черепъ телеозавра.

хищниковъ. Рыло телеозавра было длинно и узко, слѣдовательно, онъ походилъ на индійскаго крокодила, гавіала. Глаза у него были наверху головы, какъ и носовыя отверстія, такъ что жи-

вотное могло смотрѣть и дышать, когда лишь немного высовывало голову изъ воды.

Въ юрскихъ отложеніяхъ находятъ богатые остатки ящеровъ. Самые большіе изъ нихъ были два гигантскихъ морскихъ ящера. Ихтіозавръ (Ichtyosaurus, рис. 103) имѣлъ тѣло, похо-

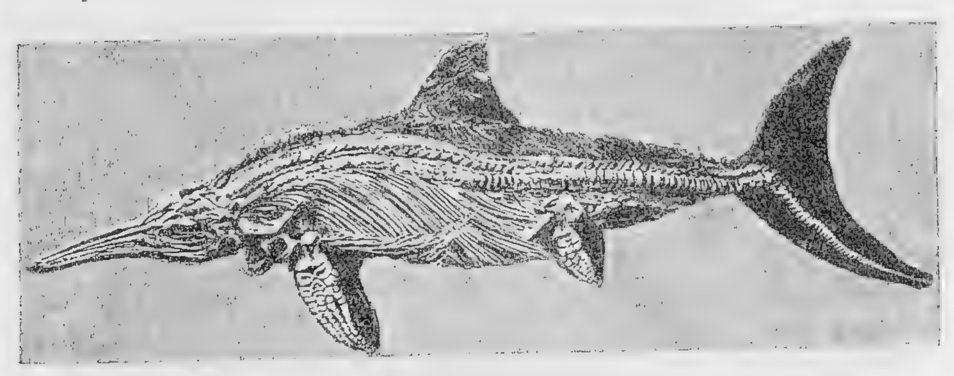


Рис. 103. — Ichtyosaurus.

жее на рыбье; шеи не было; конечности были похожи на плавники кита. Переднія плавники были длиннѣе заднихъ. Ихтіозавръ имѣлъ несимметричный хвостовой плавникъ, какъ ганоидныя рыбы и акулы, только съ той разницей, что та половина хвоста, которая заключала въ себѣ позвоночникъ, была отогнута книзу, а у ганоидныхъ рыбъ она направлена вверхъ. Конечности имѣли большое число короткихъ костей, похожихъ

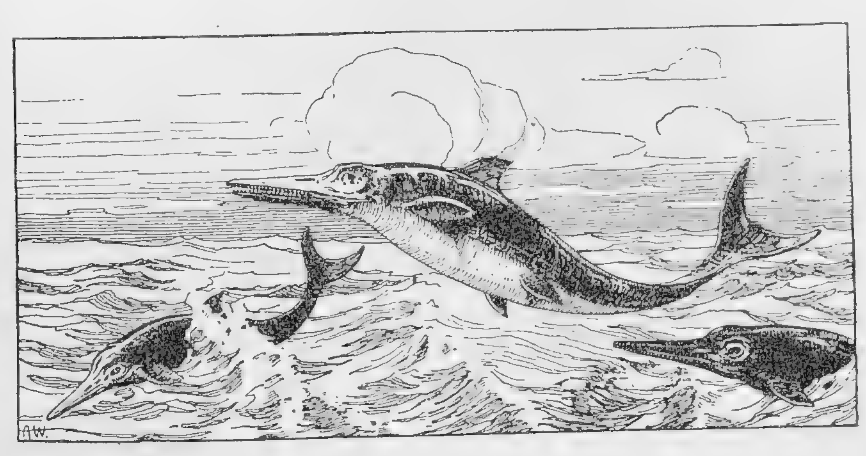


Рис. 104. — Ихтіозавръ въ юрскомъ морѣ.

по формѣ на игральныя кости. Это происходило оттого, что въ костяхъ кисти и пальцевъ каждый изъ отдѣловъ (двѣ сочленовныя головки и средняя часть) былъ развитъ какъ отдѣльная косточка. Рыло ихтіозавръ имѣлъ очень тонкое и длинное. Зубы сидѣли не въ отдѣльныхъ луночкахъ, а въ общей длинной бороздѣ. Движенія ихтіозавра, по всей вѣроятности, походили на движенія дельфиновъ (рис. 104). Ихтіозавръ былъ могучій хищникъ, который преслѣдовалъ рыбъ; отъ него сохранились окаменѣвшія изверженія, такъ называемые копролиты (рис. 105). Они спирально завиты, слѣдовательно, ихтіозавръ имѣлъ спиральный клапанъ въ прямой кишкѣ. Въ копролитахъ часто находятъ чешуи, по которымъ иногда можно опредѣлить съѣденную ихтіозавромъ рыбу.

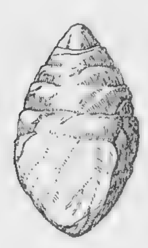


Рис. 105.
Копролитъ.

Совершенно иначе былъ сложенъ другой морской хищникъ, плезіозавръ (рис. 106 и 107). Онъ имѣлъ короткое неуклюжее тѣло, очень длинную тонкую шею и маленькую голову. Онъ имѣлъ такой видъ, какъ будто бы гигантскую змѣю продѣли сквозь тѣло черепахи. Шею онъ не могъ изгибать наподобіе лебединой; это видно по строенію сочленовныхъ поверхностей позвонковъ. Животное больше жило въ водѣ, чѣмъ у ея поверхности. Конечности были превращены въ плавники. Плезіозавръ достигалъ длины шести метровъ.

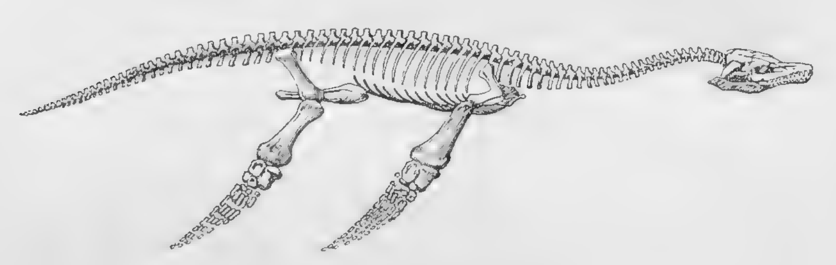


Рис. 106. — Скелетъ плезіозавра.

Кромѣ морскихъ гигантовъ, къ ящерамъ принадлежали еще летающіе ящеры, остатки которыхъ находятъ въ верхней юрѣ. Одинъ изъ нихъ, птеродактиль (рис. 108, Pterodactylus; pteron = перо, dactylon = палецъ), былъ ростомъ съ маленькую летучую мышь. Напротивъ, голова его была велика и имѣла пасть, вооруженную загнутыми острыми зубами. Своеобразно

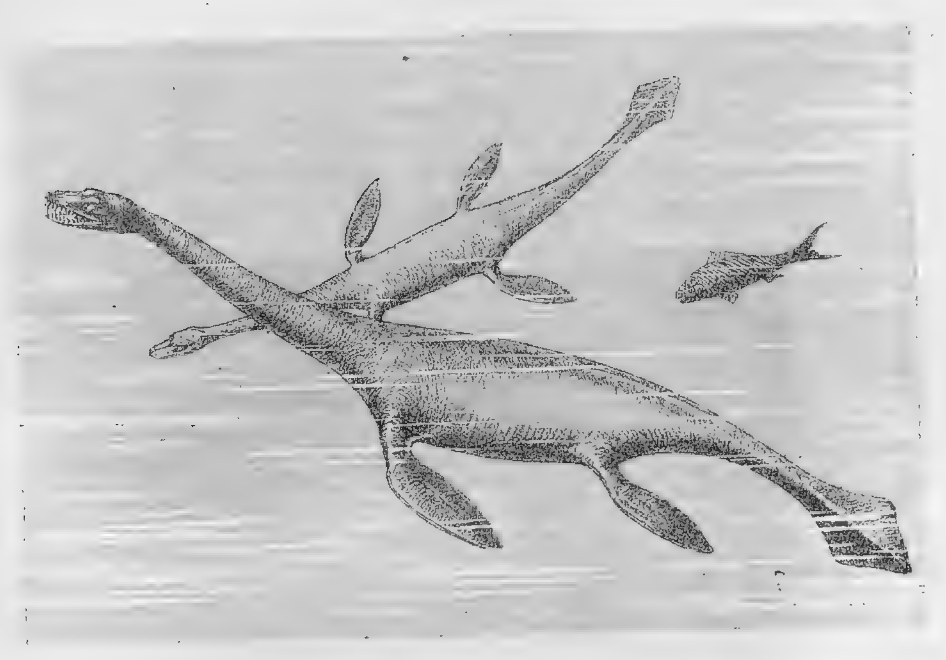


Рис. 107. — Плезіозавръ въ юрскомъ морѣ.

были построены переднія конечности. Послѣдній палецъ былъ удлиненъ и несъ длинную узкую летательную перепонку, натянутую между нимъ и туловищемъ. Остальные пальцы, въ противоположность пальцамъ летучей мыши, были свободны. Кости птеродактиля были, какъ у птицъ, полыя и наполнены воздухомъ.

Рис. 108. — Pterodactylus.

Кромѣ остатковъ летающихъ ящеровъ, въ юрскихъ отложеніяхъ найдены остатки настоящей птицы. Первичная пти-

ца археоптериксъ (рис. 109 и 110, Archaeopteryx) былъ величиною съ голубя. Онъ былъ оперенъ и имѣлъ настоящія крылья, а не летательныя перепонки, какъ птеродактиль. Такъ какъ онъ былъ покрытъ перьями, то, очевидно, былъ животнымъ теплокровнымъ, потому что животное, обладающее холодною кровью, не нуждалось въ одеждѣ изъ перьевъ. Перья,

Рис. 109. — Archaeopteryx, берлинскій экземпляръ.

будучи плохимъ проводникомъ тепла, задерживали бы необходимую для животнаго солнечную теплоту. Поэтому и сердце археоптерикса должно было быть настоящимъ птичьимъ сердцемъ. Тѣмъ не менѣе онъ имѣлъ много сходства съ пресмыкающимися: у него были зубы, а не роговой птичій клювъ. Его пальцы переднихъ конечностей были свободны и несли острые когти; слѣдовательно, это животное могло не только

летать, но и лазать. И хвостъ его былъ похожъ на хвостъ пресмыкающагося: онъ былъ вытянутъ въ длину, и рулевыя перья на немъ были расположены по обѣ стороны его, а не вѣерообразно, какъ у теперешнихъ птицъ.

Археоптериксъ, очевидно, не могъ хорошо летать, такъ какъ его маховыя перья были сравнительно коротки, что, конечно, стояло въ связи съ строеніемъ ногъ, потому что свободные пальцы не представляли хорошей опоры для маховыхъ перьевъ.

До настоящаго времени найдено всего два экземляра этой интересной птицы, и оба въ Зольнгофскомъ сланцѣ. Одинъ изъ нихъ находится въ Лондонѣ, другой—въ Берлинѣ.

Рис. 110. — Археоптериксъ, реконструкція.

Какъ горныя породы, такъ и окаменѣлости юрской формаціи—морского происхожденія. Исключеніе составляютъ только остатки летающихъ ящеровъ и первичныхъ птицъ, но и тѣ, и другіе встрѣчаются въ одномъ и томъ же мѣстѣ, именно въ Зольнгофскомъ известнякѣ. Здѣсь, очевидно, была тихая береговая бухта, возлѣ которой жили эти животныя. Только отъ тѣхъ животныхъ, трупы которыхъ были принесены водою въ эту бухту, сохранились ихъ остатки. Этимъ, по крайней мѣрѣ, объясняется, почему они рѣдко встрѣчаются.

Во время юры центральная Европа была большею частью покрыта моремъ, слѣдовательно, море сильно надвинулось на сушу. Во времена цехштейна и тріаса наступаніе моря было незначительно, но въ юру море неудержимо проникаетъ на сушу и къ началу мальма (бѣлой юры) оно достигаетъ наибольшихъ размѣровъ. Такое наступаніе моря на сушу называется трансгрессіей.

Юрское море въ громадномъ количествѣ населяли живот-

ныя. Ихтіозавры массами рѣзвились на синей поверхности волнъ; межъ ними плавали, гребя неуклюжими ногами, морскіе крокодилы въ своихъ тяжелыхъ панцыряхъ. Плезіозавръ со своей длинной шеей плавалъ въ водѣ, изрѣдка приподымая надъ волнами свою маленькую голову. Всякія рыбы стаями носились въ водѣ; между неуклюжими ганоидными скользили ловкія и стройныя костистыя рыбы. Самые разнообразные аммониты, неповоротливые гиганты и красивые карлики, а также большія мясистыя каракатицы оживляли воды. Дно моря было покрыто двустворчатыми; къ камнямъ прикрѣплялись своими мясистыми стебельками плоскія теребратули и изящныя тонкоребристыя ринхонелли.

Берегъ окаймлялся саговыми пальмами *) и древовидными папоротниками. Тамъ порхали напоминающіе летучихъ мышей летающіе ящеры и длиннохвостые археоптериксы, гоняясь за насѣкомыми.

Юрскій періодъ — время расцвѣта животной жизни въ морѣ. Такихъ гигантовъ, какіе въ то время оживляли волны, уже не было въ позднѣйшія времена. Властителями были ящеры. Среди безпозвоночныхъ достигаютъ своего расцвѣта двѣ группы: аммониты и белемниты.

Сильный прогрессъ выражается въ появленіи первыхъ костистыхъ рыбъ, и, наконецъ, въ высшей степени знаменательно завоеваніе воздуха, особенно теплокровными птицами.

Въ Россіи юрскія отложенія хотя и занимаютъ обширныя пространства какъ въ Европейской, такъ и въ Азіатской, но не вездѣ выражены всѣми ея тремя отдѣлами. Лучше всего юрскія отложенія развиты въ Донецкомъ бассейнѣ и въ Привислинскомъ краѣ, вся же остальная площадь юрскихъ осадковъ Евр. Россіи состоитъ только изъ мальма. Уже въ тріасовый періодъ Европейская Россія почти освободилась отъ моря и представляла сушу, которая продолжалась еще въ началѣ юрскаго періода, т.-е. въ лейясъ. Однако въ доггеръ море снова начинаетъ надвигаться и представляетъ узкую полосу на югѣ, отъ Польши до Мангышлака. Наконецъ, въ мальмъ море, надвигаясь съ запада и сѣвера, покрыло большую часть Евр. Россіи, оставивъ сушу только на сѣверо-западѣ (Прибалтійскія губ. Бѣлорусскія, кромѣ Минской и Могилевской, Финляндія, Озерный край Тверская губ. и западныя части Ярославской, Архангельской и Вологодской), въ Пріуральѣ и острова: въ Тиманскомъ кряжѣ и около Воронежа. Южная граница моря совпадала съ Донецкимъ кряжемъ, который отдѣлялъ это море отъ Крымскаго. Кавказскій лейясъ богатъ флёцами каменнаго

*) Цикадовыми. *Прим. пер.*

угля, а также отложенія по восточному склону Урала, въ Туркестанѣ и Иркутской губерніи имѣютъ залежи каменнаго угля. Вообще юрскія отложенія въ Россіи богаты ископаемыми. Кромѣ каменнаго угля, встрѣчается не мало желѣзныхъ рудъ и фосфоритовъ.

Многія мѣстности по изученію юрскихъ отложеній сдѣлались классическими, напр., окрестности Москвы, Елатьмы и мн. др. въ Ярославской, Костромской, Рязанской, Симбирской и Самарской губ.

Дополненіе къ переводу.

VIII. Мѣловая формація.

На юрскихъ отложеніяхъ покоится **мѣловая формація.** Она залегаетъ подъ почвой во многихъ мѣстахъ западной Европы, выходя на дневную поверхность отдѣльными участками изъ-подъ болѣе юныхъ горныхъ породъ. Мѣловая формація прежде всего была изучена въ Англіи, гдѣ и установлено было дѣленіе ея на нижнюю и верхнюю мѣловую. Это дѣленіе подтвердилось изслѣдованіями въ другихъ странахъ не только Европы, но и Америки, Азіи, Африки и Австраліи. Эти два отдѣла рѣзко отличаются между собою по характеру окаменѣлостей, указывающему на громадную трансгрессію моря, повсемѣстно наступившую во вторую половину мѣловой эпохи и совершенно измѣнившую существовавшее прежде распредѣленіе суши и воды на землѣ.

Мѣловая формація получила свое названіе отъ бѣлаго пишущаго мѣла. Однако послѣдній составляетъ очень незначительную часть всей формаціи и встрѣчается только въ ея верхнихъ слояхъ. Главная же масса мѣловой формаціи состоитъ изъ песчаниковъ и известняковъ, и только въ самыхъ нижнихъ слояхъ встрѣчаются глины съ флёцами каменнаго угля, такъ называемыя „лѣсныя глины“, въ которыхъ отъ времени до времени находятъ остатки скелета большого наземнаго ящера игуанодона. Песчаники мѣловой формаціи бѣлаго или желтаго цвѣта. Мощность флёцовъ каменнаго угля достаточна для выгодной ихъ разработки. Дейстерскій уголь („лѣсной уголь“) очень похожъ на каменный уголь и технически причисляется къ нему.

Песчаники большею частью очень тверды и образуютъ толстыя плиты. Они разбиты трещинами, идущими отвѣсно къ направленію слоевъ. Трещины ясно видны, если онѣ размыты водой или расширены другими процессами вывѣтриванія. Въ этомъ случаѣ мощныя толщи песчаника являются разби-

тыми на большія кубическія глыбы, и поэтому эти песчаники называются квадерными.

Прекраснымъ примѣромъ „квадернаго" ландшафта служитъ Саксонская Швейцарія. Здѣсь другъ на другѣ лежатъ мощныя плиты квадернаго песчаника. Самая верхняя плита сильно разрушена вывѣтриваніемъ, остатки ея сохранились въ видѣ

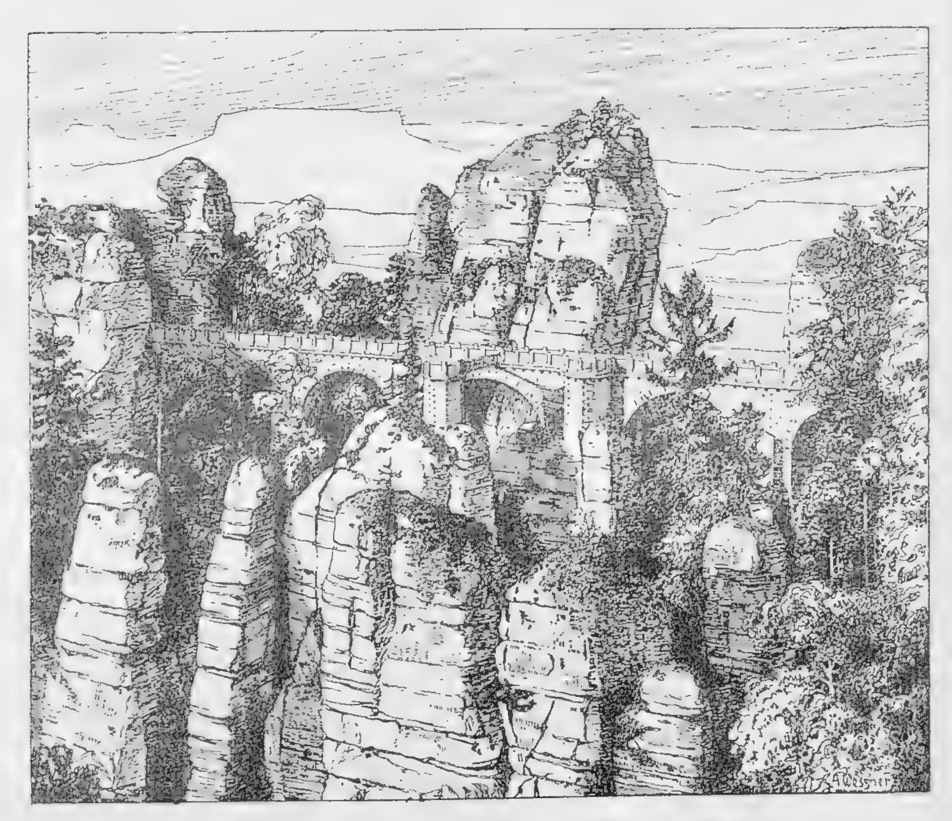


Рис. 111. — „Бастіонъ" въ Саксонской Швейцаріи.

столовыхъ горъ, насаженныхъ на лежащую подъ ними плиту квадернаго песчаника, которая тоже прорѣзана рѣчными долинами, въ особенности долиной Эльбы. Въ Саксонской Швейцаріи всѣ скалы обнаруживаютъ дѣленіе на квадеры (рис. 111). Многія долины имѣютъ видъ глубокихъ ущелій съ вертикальными стѣнами, видъ такъ называемыхъ „скалистыхъ переулковъ", напр., „Шведскія ямы" (рис. 112). Иногда подъ очень твердой плитой песчаника лежитъ слой болѣе мягкаго мате-

ріала, тогда онъ разрушается отъ вывѣтриванія и размыванія, а болѣе твердый верхній слой сохраняется. Такъ образовались „скалистыя ворота“, напр., Пребишторъ (рис. 113) и др.

На поверхности слоевъ квадернаго песчаника иногда видны отпечатки гигантскихъ листьевъ креднеріи (рис. 114). Эти

Рис. 112. — „Шведскія ямы“ въ Саксонской Швейцаріи.

листья сѣтчато-нервныя, слѣдовательно, принадлежатъ растенію двудольному. Въ мѣловыхъ отложеніяхъ впервые встрѣчаются остатки растеній съ сѣтчато-нервными листьями, а въ юрскую формацію встрѣчались только папоротники и другія тайнобрачныя, хвойныя и саговыя пальмы *).

---

*) Цикадовыя. *Прим. пер.*

Рис. 113. — „Пребишторъ“ въ Саксонской Швейцаріи.

Квадерный песчаникъ употребляютъ на постройки и мостовыя. Онъ усиленно разрабатывается въ Саксонской Швейцаріи, особенно въ долинѣ Эльбы, которая служитъ удобнымъ и дешевымъ путемъ для перевозки.

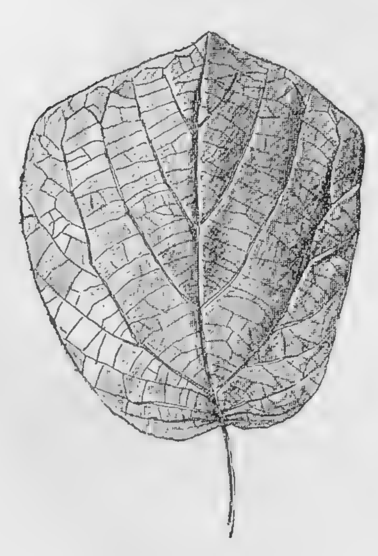


Рис. 114. — Credneria.

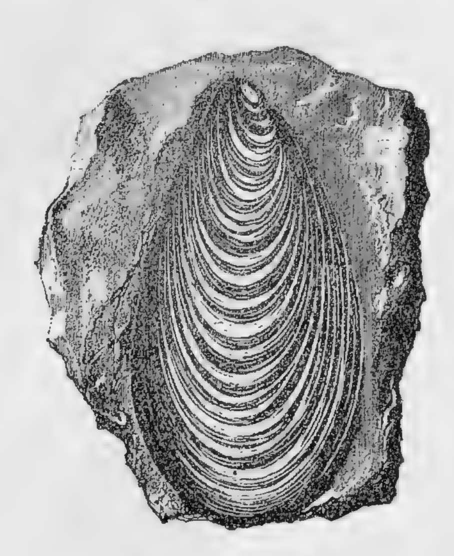


Рис. 115. — Inoceramus.

Известняки мѣловой формаціи большею частью блѣдно-сѣрые и хорошо слоистые. Вслѣдствіе превосходной слоистости

Рис. 117. — Scaphites.

Рис. 116. — Crioceras.

они легко раскалываются на большія ровныя плиты, и поэтому такой известнякъ называется пленеромъ (plenus = ровный, плоскій).

Слои пленера необычайно богаты окаменѣлостями, среди которыхъ часто встрѣчается группа двустворчатыхъ иноцерамовъ (рис. 115, Inoceramus). Они округлы, какъ устрицы, и имѣютъ сильно выдающіяся „ребра“ и борозды.

Замѣчательны мѣловые аммониты. Въ то время какъ одни виды похожи на юрскихъ аммонитовъ, другіе уклоняются отъ нормальной формы. У нѣкоторыхъ завитки расходятся, какъ у кріоцераса (Crioceras, рис. 116), у другихъ послѣдній оборотъ спирали вытянутъ, какъ, напр., у скафита (Scaphites, рис. 117); иные закручены не въ одной плоскости и похожи на вытянутыя остро оканчивающіяся раковины, напр., гетероцерасъ (Heteroceras, рис. 118). Одинъ видъ, именно бакулитъ (Baculites, рис. 119), совершенно прямо вытянутъ и по формѣ напоминаетъ предка аммонитовъ—ортоцераса, только съ тѣмъ различіемъ, что бакулитъ есть настоящій аммонитъ и имѣетъ лопастную линію и лежащій у края сифонъ.

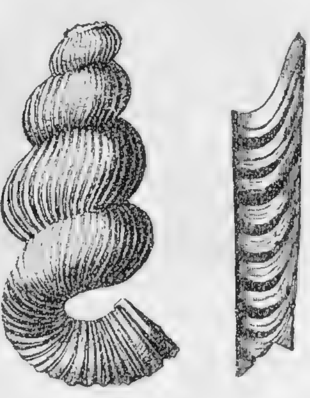


Рис. 118. Heteroceras.

Рис. 119. Baculites.

Этими искаженными формами кончается родъ аммонитовъ. Въ позднѣйшихъ формаціяхъ они отсутствуютъ. Слѣдовательно, аммониты ограничены тріасомъ, юрою и мѣломъ. Въ тріасъ они начинаютъ свое развитіе, въ юру достигаютъ расцвѣта и являются въ весьма богатомъ видами числѣ, а въ мѣловой періодъ у нихъ они начинаютъ вырождаться, даютъ искаженныя формы и, наконецъ, совершенно погибаютъ.

Точно такъ же вырабатываются новыя искаженныя формы и у морскихъ ежей, которые часто встрѣчаются въ пленерѣ и пишущемъ мѣлѣ. Правильная форма ежа—круглая, какъ было у морскихъ ежей карбона. Такимъ образомъ, настоящіе круглые ежи сохранились до нашего времени отъ прежнихъ эпохъ. Такіе встрѣчаются и въ мѣловыхъ отложеніяхъ, но наряду съ ними появляются и неправильныя формы. Они вытянуты въ длину и построены „двусимметрично", какъ, напр., часто встрѣчающійся въ пищущемъ мѣлѣ морской ежъ ананхитъ (Ananchytes ovata, рис. 120). Этотъ ежъ шлемовиденъ, т.-е., если смотрѣть на него сверху, онъ кажется продолговато-круглымъ (ovatus = яйцевидный). Порошица лежитъ не наверху, какъ у правильныхъ видовъ, а на нижней сторонѣ. Подобное строеніе имѣетъ большая часть мѣловыхъ морскихъ ежей.

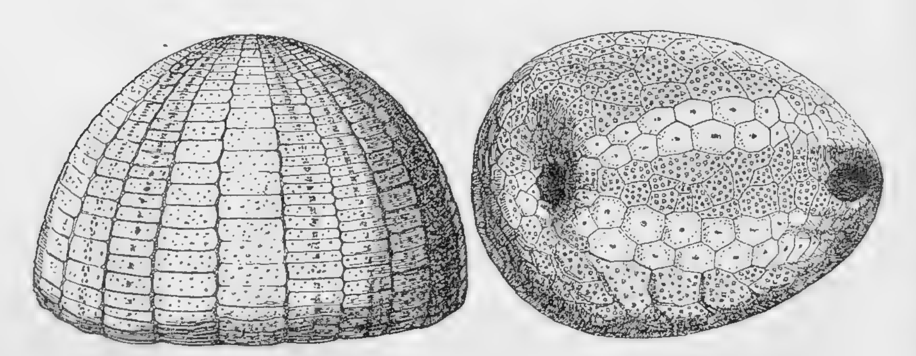


Рис. 120. — Ananchytes ovata (сбоку и снизу).

Нѣкоторые изъ двусимметричныхъ морскихъ ежей еще болѣе неправильны, — они сердцевидны,. какъ, напр., морской ежъ „сердце черепахи" или микрастеръ (рис. 121. Micraster cor testudinarum, micros = малый, aster = звѣзда, cor = сердце, testudinarius = черепашій). Сердцевидные морскіе ежи сохранились до настоящаго времени.

Остатки морскихъ ящеровъ, ихтіозавра и плезіозавра, еще встрѣчаются въ мѣлу, но гораздо рѣже, чѣмъ въ юрѣ. Гораздо чаще находятъ треугольные, кинжаловидные зубы, съ острыми краями, какіе бываютъ у акулъ. Отъ акулъ предшествующихъ временъ сохранились только зубы, потому что акулы имѣютъ не твердый костяной, а хрящевой скелетъ, который легко

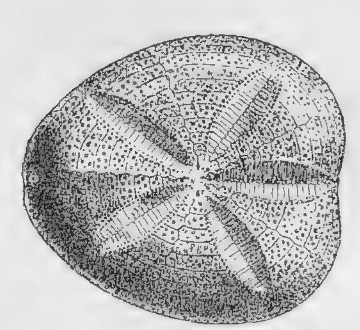
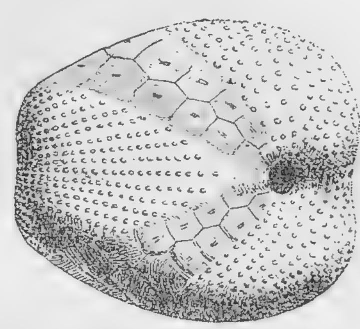



Рис. 121. Micraster cor testudinarum (сверху и снизу).

подвергается тлѣнію. Зубы акулъ встрѣчались и въ болѣе древнихъ формаціяхъ.

Известняки мѣловой формаціи часто служатъ для строительныхъ цѣлей, особенно ихъ мергелистыя разновидности, которыя идутъ на приготовленіе цемента. Цементъ дѣлаютъ изъ смѣси извести и глины; смѣсь обжигается, какъ простая известка. Такъ какъ содержаніе глины въ мергелѣ обыкновенно недостаточно, то прибавляютъ простую глину, большей частью третичную. Цементъ не долженъ содержать соединеній магнія, или только въ незначительномъ количествѣ, такъ какъ значительное количество ихъ вредитъ прочности. Цементъ обладаетъ свойствомъ затвердѣвать подъ водой. При постройкахъ онъ находитъ разнообразное примѣненіе (штукатурка, облицовка, бетонъ, искусственный камень и т. д.). Кромѣ пленерскихъ мергелей и мергелистые известняки другихъ формацій идутъ на приготовленіе цемента.

Пишущій мѣлъ — тонко-землистый, чисто-бѣлый известнякъ, который такъ мягокъ, что оставляетъ черту, т.-е. при малѣйшемъ треніи отъ него отдѣляются частицы. Вслѣдствіе мягкости онъ быстро поддается разрушительному дѣйствію воды; при этомъ онъ образуетъ скалы съ крутыми обрывами, какъ, напр., почти вертикальныя мѣловыя стѣны на островѣ Рюгенѣ (рис. 122).

Рис. 122. — Штуббенкаммеръ на о. Рюгенѣ.

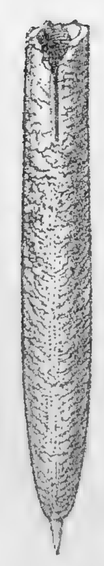


Рис. 123. Belemnitella mucronata.

Въ пишущемъ мѣлу, кромѣ шлемовиднаго морского ежа ананхита, остатки котораго большей частью превращены въ кремень, особенно часто встрѣчается красно-бурый белемнитъ (Belemnitella mucronata, рис. 123). Названіемъ mucronata онъ обязанъ маленькому шипу на своемъ концѣ.

Пишущій мѣлъ въ противоположность квадерному песчанику и пленеру не слоистъ. Впрочемъ, довольно часто намѣчается слоистость, именно тѣмъ, что на нѣкоторыхъ горизонтахъ встрѣчаются кремневые желваки, которые хорошо видны на бѣлой крутой стѣнѣ въ видѣ шнуровъ, такъ наз. „слои яицъ".

Кремень (огниво) образуетъ желвакъ, величиной иногда съ голову ребенка. Онъ чернаго или сѣраго цвѣта, рѣже бураго, очень крѣпокъ и твердъ. Кремень обладаетъ всѣми свойствами кварца, особенно жирнымъ блескомъ и раковистымъ изломомъ. Онъ состоитъ изъ кремневой кислоты. Своимъ названіемъ огнива онъ обязанъ твердости, благо-

даря которой онъ даетъ искры, когда имъ ударяютъ о сталь. Его употребляли на „огниво“ и на ружейные курки.

Подъ микроскопомъ видно, что кремень состоитъ изъ кремневыхъ иголочекъ, въ родѣ тѣхъ, которыя находятъ въ скелетѣ кремневой губки. Эти иголочки сцементированы кремневой кислотой въ твердую плотную массу.

Если разсматривать подъ микроскопомъ мѣлъ, то оказывается, что онъ весь состоитъ изъ известковыхъ раковинъ мельчайшихъ простѣйшихъ животныхъ фораминиферъ. Изъ

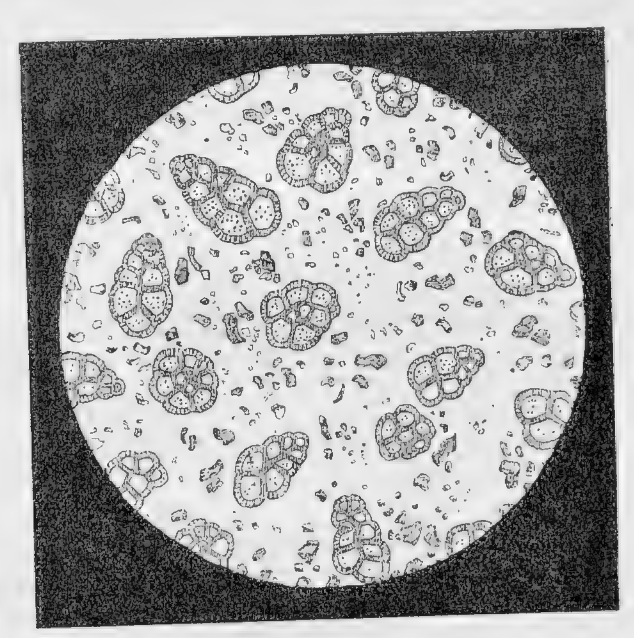


Рис. 124. — Мѣлъ подъ микроскопомъ.

нихъ чаще всего встрѣчаются текстуляріи (Textularia, рис. 124). Ихъ раковина состоитъ изъ двухъ рядовъ поперемѣнно расположенныхъ камеръ, стѣнки которыхъ пронизаны маленькими отверстіями. Чрезъ эти отверстія у живой текстуляріи выступали слизистыя ножки.

Пишущій мѣлъ, слѣдовательно,—морское отложеніе, въ родѣ глобигериноваго ила современныхъ морей, т.-е. известковаго ила, состоящаго изъ раковинъ мельчайшихъ простѣйшихъ животныхъ — глобигеринъ. Въ мѣловомъ морѣ массами жили фораминиферы. Когда онѣ умирали, то ихъ известковыя ра-

ковинки опускались на дно, гдѣ постепенно накопилась мощная толща известняка. Такъ какъ отложеніе происходило непрерывно въ теченіе долгаго времени, то не могло образоваться никакой ясной слоистости. Для образованія слоистости не доставало необходимой для этого смѣны матеріала.

Въ мѣловомъ морѣ въ то же время жили и кремневыя губки, студенистыя кишечнополостныя (Coelenterata), имѣвшія скелетъ изъ мелкихъ кремневыхъ иголочекъ. Когда животное умирало, то его нѣжное тѣло очень быстро разлагалось. Скелетъ распадался, иголочки уносились и отлагались въ углубленіяхъ морского дна. Такъ произошли кремни.

Пишущій мѣлъ добывается въ южной Силезіи и во Франціи, въ Шампани. Его перемалываютъ и отмучиваютъ, и онъ поступаетъ въ продажу въ видѣ порошка. Онъ идетъ при фабрикаціи молочнаго стекла (абажуры на лампы) и для чистки (зубной порошокъ). Спрессовывая отмученный мѣлъ, получаютъ мѣлъ для классныхъ досокъ, игральные карточные мѣлки и т. д.

Слои мѣловой формаціи — морского образованія. Квадерные слои — прибрежныя образованія, а слои пленера — отложенія болѣе удаленныхъ отъ берега частей моря. Такимъ образомъ, квадеръ и пленеръ одинаковы по возрасту, но отличаются другъ отъ друга условіями, въ которыхъ они образовались, т.-е. они, какъ говорятъ, различны по фаціямъ (facies = лицо, видъ).

Къ концу юрскаго времени море отступило. Обширныя области дна сдѣлались сушею. Суша въ мѣловой періодъ поросла хвойными лѣсами, изъ которыхъ произошли „лѣсные каменные угли". Позднѣе море снова надвинулось и снова затопило сушу. Въ морѣ была богатая животная жизнь: двустворчатые и брюхоногіе разнаго рода покрывали дно; особенно много было большихъ „ребристыхъ" иноцерамовъ; морскіе ежи оживляли морское дно. Немало было и аммонитовъ, но не правильной формы, а сильно искаженныхъ. Большіе ящеры почти исчезли, а крокодилы, которые въ юрское время еще населяли море (телеозавръ), ушли въ рѣки. Въ морѣ же стали увеличиваться въ числѣ акулы, и царить въ водѣ.

На сушѣ къ хвойнымъ, пальмамъ *) и папоротникамъ примѣшивались первыя лиственныя деревья, которыя отчасти были

*) Цикадовыя, а не пальмы. *Прим. пер.*

похожи на современныя, напр. дубы, и креднерія съ ея гигантскими листьями. На сушѣ жили зубастыя птицы, въ особенности безкрылые нырки. Кромѣ того, въ началѣ мѣлового періода существовалъ еще гигантскій наземный ящеръ игуанодонъ (рис. 125), который напоминалъ кенгуру. Задняя часть его туловища была сильно развита. Могучія заднія ноги вмѣстѣ съ сильнымъ хвостомъ, на который онъ опирался, служили для передвиженія. Большой палецъ переднихъ конечностей былъ

Рис. 125. — Игуанодонъ.

превращенъ въ шпору и представлялъ хорошее оборонительное оружіе. Игуанодонъ былъ травояднымъ животнымъ и его глубоко бороздчатые, сильно стертые отъ жеванія зубы едва ли могли служить защитой отъ враговъ.

Съ мѣловымъ періодомъ кончается господство крупныхъ ящеровъ. Въ морѣ значительную роль начинаютъ играть акулы. Арена дальнѣйшаго развитія переходитъ на сушу, гдѣ наступаетъ господство двудольныхъ растеній и теплокровныхъ животныхъ. Древній міръ погибаетъ, начинается новый, возвѣщенный первыми птицами и первыми двудольными растеніями.

Въ Россіи мѣловыя отложенія имѣютъ широкое распространеніе. Въ Европейской Россіи они залегаютъ спокойно и только въ одномъ мѣстѣ, въ Каневскомъ уѣздѣ Кіевской губ., обнаруживаютъ значительное перемѣщеніе. Къ концу юрскаго періода море, покрывавшее Европейскую Россію, значи-

тельно сократилось и измѣнило свое положеніе, именно, оно имѣло меридіональное простираніе отчасти вдоль Урала и проникало на сѣверъ до Печорскаго края. Однако къ концу мѣлового періода море отступаетъ къ югу, приблизительно до 55° с. ш., и получаетъ широтное простираніе. Сѣверъ Евр. Россіи и Сибирь въ это время представляли сушу. Сѣвернѣе же 55 параллели, приблизительно къ сѣверу отъ линіи Вильна, Могилевъ, Калуга, Москва, Симбирскъ, Казань, Оренбургъ, найдены только отдѣльные небольшіе выходы мѣловыхъ осадковъ.

Изъ полезныхъ ископаемыхъ въ мѣловыхъ отложеніяхъ Россіи заслуживаютъ вниманія фосфориты, мѣлъ, кремень и такъ называемая сукновальная глина. Бѣлый мѣлъ занимаетъ въ Европейской Россіи огромное пространство, содержитъ множество желваковъ кремня до 10 пуд. вѣсомъ и окаменѣлостей. Онъ слагаетъ многія мѣстности, славящіяся живописностью, напр., Бѣлгорода, Изюма, въ Дивныхъ горахъ и т. д.

Дополненіе къ переводу.

IX. Третичная формація.

Слѣдующая за мѣловыми отложеніями группа слоевъ составляетъ **третичную формацію**. Это названіе въ настоящее время не совсѣмъ подходящее. Оно сохранилось съ того времени, когда дѣлили слои земной коры на четыре группы: первичную, вторичную, третичную и четвертичную формаціи. Вторичная формація въ настоящее время дѣлится на восемь формацій, начиная отъ кэмбрія и кончая мѣломъ. Слѣдовательно, третичная формація, собственно говоря, является десятой, но тѣмъ не менѣе названіе ея сохранилось. Третичную формацію называютъ и буроугольной, потому что она богата буроугольными флёцами.

Третичная формація занимаетъ обширныя площади на всѣхъ материкахъ и подъ всѣми широтами. Она широко распространена въ средней Европѣ къ сѣверу отъ Альпъ. Здѣсь ея большей частью горизонтальные ненарушенные слои лежатъ несогласно на болѣе древнихъ горныхъ породахъ. Южнѣе, вблизи Альпъ и въ нихъ самихъ, третичная формація сложена въ складки, такъ что образуетъ уже значительныя горы.

Къ сѣверу отъ Альпъ эта формація образована преимущественно песками, глинами и флёцами бураго угля. Песокъ вообще рыхлый, не затвердѣвшій въ песчаникъ. Онъ представляетъ собой тонко-зернистый кварцевый песокъ, нерѣдко содержащій серебристо-бѣлые листочки слюды. Этотъ тонкій равномѣрный песокъ

употребляется для строительныхъ цѣлей. Кромѣ того, имъ пользуются въ чугуноплавильномъ дѣлѣ, дѣлая изъ него литейныя формы (формовочный песокъ).

Глина тоже не затвердѣла, но мягка и пластична. Въ то время, какъ большая часть третичныхъ глинъ отложена въ отдѣльныхъ бассейнахъ, одинъ изъ слоевъ широко распространенъ въ этой области. Это септаріевая глина. Названіе свое она получила отъ септарій, встрѣчающихся въ ней. Септаріи или „караваи" суть желваки извести, прорѣзанные трещинами. Трещины заполнены глиною, отчего кажется, что желвакъ какъ бы раздѣленъ перегородками на камеры (septum=перегородка). Септаріевую глину легко узнать по ископаемой маленькой двустворчатой раковинѣ ледѣ (Leda Deshayesiana, рис. 126), которая имѣетъ въ длину нѣсколько сантиметровъ. Ея раковина покрыта тонкими продольными полосами, а замокъ состоитъ

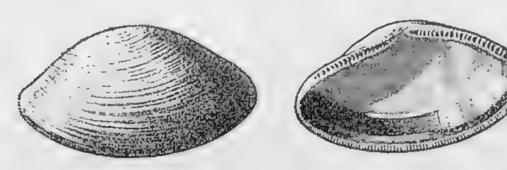


Рис. 126. — Leda Deshayesiana.

изъ ряда гребневидно-расположенныхъ зубцовъ. Не менѣе часто въ септаріевой глинѣ встрѣчаются длинныя, островытянутыя раковины брюхоногихъ плевротомъ (Pleurotoma).

Третичныя глины пригодны для горшечнаго производства. Это производство развито, главнымъ образомъ, тамъ, гдѣ третичныя глины выступаютъ на земную поверхность болѣе мощными слоями. При фабрикаціи цемента эти глины также находятъ примѣненіе.

Громадное практическое значеніе имѣетъ флёцъ бураго угля. Бурый уголь мягче, землистѣе каменнаго угля и отличается еще тѣмъ, что лишенъ блеска и окрашенъ въ бурые цвѣта: отъ темно-бураго до свѣтло-бураго. Бурый уголь часто показываетъ строеніе дерева. Эта разновидность бураго угля называется лигнитомъ. На лигнитѣ ясно видны древесинныя волокна, годовыя кольца и пр. Въ буромъ углѣ часто находятъ шишки и оттиски хвойныхъ вѣтвей. Буроугольныя деревья были хвойныя, преимущественно виды кипарисовъ, которые похожи на современные кипарисы. Одинъ изъ буро-угольныхъ кипарисовъ суще-

ствуетъ и нынѣ: это — таксодіумъ (Taxodium distichum, рис. 127), виргинскій болотный кипарисъ—низкое дерево съ длинными узкими хвоями, растущее еще нынѣ въ болотистыхъ лѣсахъ на югѣ Соединенныхъ Штатовъ.

Гигантская секвойя (рис. 128),—одно изъ наиболѣе часто встрѣчающихся деревьевъ буро-угольныхъ лѣсовъ,—совершенно походило на современныя секвойи, эти деревья-великаны Сѣ-

Рис. 127. — Taxodium distichum.

верной Америки, которыя называются еще „мамонтовыми". Они имѣютъ узкія кожистыя хвои, расположенныя, какъ у пихты, въ два ряда. Въ нѣкоторыхъ флёцахъ бураго угля находили стволы секвой съ діаметромъ въ четыре метра, слѣдовательно, третичныя „мамонтовыя" деревья не уступали размѣрами своимъ современнымъ родичамъ.

Бурые угли, подобно каменнымъ углямъ, произошли изъ органическаго ила стоячихъ озеръ и изъ гумусовыхъ массъ

лѣсныхъ болотъ. Растительный матеріалъ, какъ и у тѣхъ, выросъ на мѣстѣ образованія флёца, но отчасти образовался также изъ плавниковаго лѣса, принесеннаго водой. Росшія на мѣстѣ деревья настолько преобладали, что дно буро-угольныхъ ямъ во многихъ случаяхъ походитъ на вырубленный лѣсъ (рис. 129).

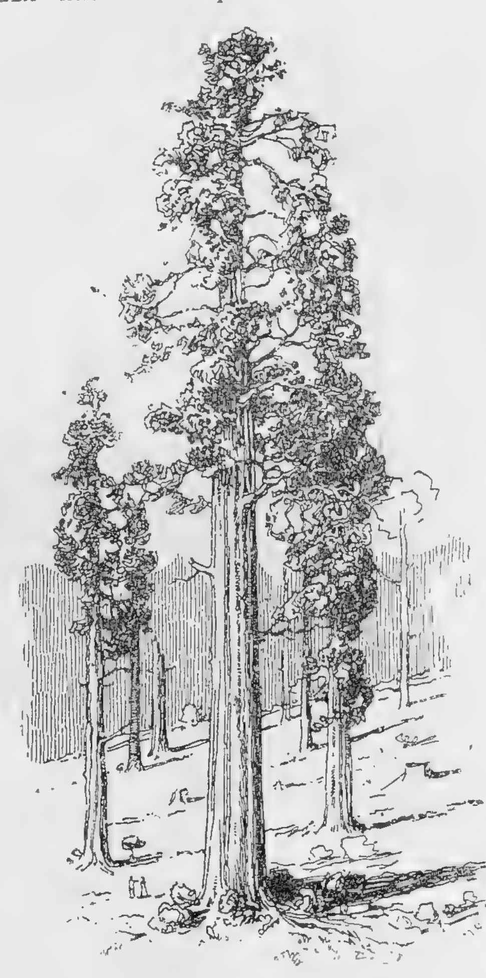


Рис. 128. — Гигантская секвойя.

Различія между бурымъ и каменнымъ углемъ слѣдующее:

1) Матеріалъ, изъ котораго образовались тѣ и другіе угли, различенъ. Каменные угли образованы тайнобрачными растеніями съ мало развитой древесиной, но съ сильно развитой сердцевиной, а бурые угли, напротивъ, образованы хвойными растеніями съ сильно развитой древесиной и слабо развитой сердцевиной, вслѣдствіе чего хорошо сохранилось строеніе дерева.

2) Возрастъ различенъ. Каменный уголь принадлежитъ карбону; онъ, слѣдовательно, гораздо древнѣе бураго. Въ этотъ долгій промежутокъ времени возможны были химическія воздѣйствія.

3) Условія давленія различны. Надъ каменнымъ углемъ залегаютъ многія массы горныхъ породъ, къ тому же онъ многократно сложенъ въ складки, слѣдовательно, былъ подверженъ сильному давленію. Надъ бурыми же углями залегаютъ только тонкіе покровы изъ рыхлаго матеріала, и онъ не участвовалъ

въ значительныхъ перемѣщеніяхъ земной коры, т.-е. никогда не подвергался чрезвычайно сильному давленію. Въ Россіи встрѣчаются (въ видѣ исключенія) каменные угли, подвергавшіеся очень малому давленію. Они съ виду похожи на бурый уголь, мягки и рыхлы. Напротивъ, въ собранныхъ въ складки и потому сильно сдавленныхъ третичныхъ слояхъ встрѣчается бурый уголь, который очень твердъ, черенъ, какъ деготь, и съ виду похожъ на каменный уголь и соперничаетъ съ нимъ въ достоинствѣ топлива. Изъ этого сопоставленія видно, что давленіе играло большую роль въ образованіи и выработкѣ угольныхъ массъ.

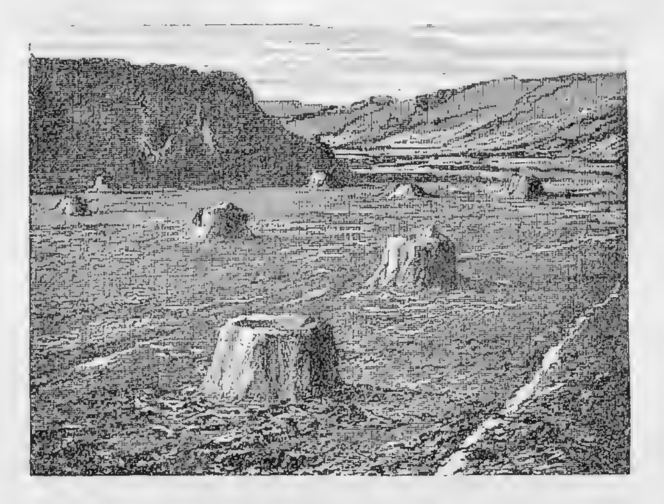


Рис. 129. — Мѣсто разработки бураго угля при Зенфтенбергѣ.

Бурый уголь добывается изъ ямъ. Ямы частью заложены у поверхности, частью же уходятъ въ глубину, и тогда бурый уголь приходится добывать изъ шахтъ, которыя, впрочемъ, не бываютъ особенно глубоки, такъ какъ покрывающія бурый уголь породы имѣютъ сравнительно незначительную мощность. Такъ какъ покрывающія горныя породы состоятъ изъ рыхлыхъ землистыхъ массъ, то онѣ легко проваливаются, отъ чего надъ подземными ходами образуются обширныя „поля провала". Добытый бурый уголь идетъ на топливо въ томъ видѣ, какъ его добываютъ, хотя большею частью его подвергаютъ обработкѣ. Мелкій уголь смѣшиваютъ съ водой въ густое тѣсто, перекладываютъ въ формы и затѣмъ даютъ высохнуть на воздухѣ. Получаются прессованные куски.

Или же нагрѣваютъ уголь, чтобы растопить заключающіяся въ немъ смолистыя составныя части, и затѣмъ подъ сильнымъ давленіемъ прессуютъ, превращая его въ брикеты. Чрезъ брикетировку достоинство угля, какъ топлива, значительно увеличивается, почти удваивается. Путемъ сухой перегонки изъ бураго угля добываютъ различные углеводороды, напр., каменноугольный деготь и въ особенности парафинъ. Особенно пригодна для добыванія парафина разновидность бураго угля, такъ называемый „горючій уголь", свѣтло-шокопаднаго цвѣта и настолько богатый легковоспламеняющимися углеводородами, что его можно зажечь спичкой.

Своеобразную разнообразность бураго угля представляетъ „шетъ". Онъ чернаго цвѣта, твердъ, какъ камень, и его можно полировать. Изъ него приготовляютъ траурныя украшенія.

Въ третичныхъ слояхъ прибалтійскихъ областей встрѣчается янтарь— органическій остатокъ. Чаще всего онъ попадается въ глинистомъ прослоѣ, называемомъ „голубой землей". Главное мѣсторожденіе янтаря находится въ Замландѣ, къ сѣверу отъ Кенигсберга.

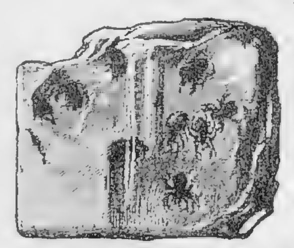


Рис. 130.—Янтарь, содержащій насѣкомыхъ.

Янтарь желтаго цвѣта различныхъ оттѣнковъ отъ винно-желтаго до медвяно-желтаго. Онъ или прозраченъ, или тусклъ, блескъ его стеклянный. Нерѣдко въ немъ включены насѣкомыя (рис. 130), и по обилію видовъ этихъ „янтарныхъ насѣкомыхъ" можно судить, какъ богата должна была быть фауна насѣкомыхъ въ третичное время. Нынѣ извѣстно болѣе 2000 видовъ „янтарныхъ насѣкомыхъ".

Янтарь — ископаемая смола. Она вытекала въ третичное время изъ различныхъ хвойныхъ деревьевъ. Наибольшее количество янтаря происходитъ, вѣроятно, отъ янтарной сосны (Pinus succinifera), которая была поразительно богата смолой. Къ вытекавшей смолѣ часто приставали насѣкомыя, ползавшія по стволу, и облекались смолою. Впослѣдствіи деревья погибали, смола же сохранилась. Однако въ настоящее время мы нигдѣ не находимъ янтарь на мѣстѣ его образованія, но на такъ называемыхъ „вторичныхъ" залежахъ. Слои, содержащіе янтарь, мѣстами образуютъ дно Балтійскаго моря. Волны выносятъ мягкую землю и выбрасываютъ ее вмѣстѣ съ янтаремъ на берегъ.

Янтарь былъ уже извѣстенъ древнимъ народамъ. Греки на-

зывали его „электронъ“ и знали, что онъ притягиваетъ легкіе предметы, если его предварительно потереть о какую-нибудь матерію. Отсюда, какъ извѣстно, получило свое названіе электричество. Янтарь частью выкапываютъ изъ земли, частью вылавливаютъ изъ моря. Онъ идетъ на украшенія.

Для третичныхъ отложеній характерна быстрая смѣна слоевъ и расположеніе ихъ по большей части въ видѣ бассейновъ.

1. Другъ надъ другомъ залегаютъ слои въ нѣсколько метровъ мощности (ср. рис. 3, 4 и 131). За глиной слѣдуетъ песокъ, за пескомъ бурый уголь и т. д. что указываетъ на многократную и сравнительно быструю смѣну мелкаго моря,

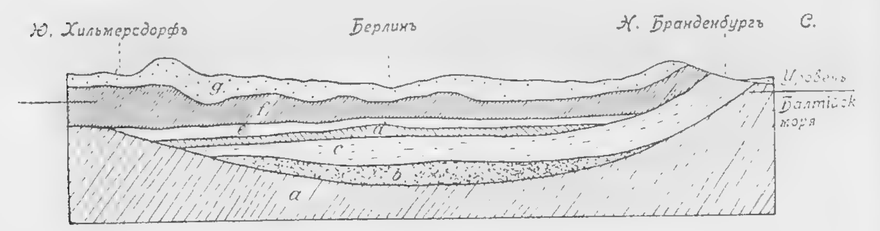


Рис. 131. — Профиль черезъ маркграфство Бранденбургъ.

a) болѣе древнія горныя породы, b) песокъ (глауконитовый), c) септаріевая глина, d) штеттинскій песокъ, e) слюдистый песокъ, f) бурый уголь, g) дилювій.

прибрежья, болота и т. д. Разумѣется, слова „быстрая смѣна“ должны быть понимаемы въ геологическомъ смыслѣ, т.-е. и тутъ должно подразумѣвать промежутокъ времени, являющійся для насъ чрезвычайно продолжительнымъ. Такъ, въ одномъ флёцѣ бураго угля найдены стволы секвой діаметромъ въ 4 метра; это значитъ, что одинъ только соотвѣтствующій ему буро-угольный лѣсъ долженъ былъ существовать цѣлыя тысячелѣтія.

2. Третичныя отложенія въ сѣверной и средней Германіи залегаютъ въ отдѣльныхъ бассейнахъ (рис. 131). Эти бассейны соотвѣтствуютъ естественнымъ углубленіямъ суши того времени.

Исключеніе составляетъ септаріевая глина, образовавшая большой сплошной покровъ, разорванный въ настоящее время эрозіей во многихъ мѣстахъ.

Слои обыкновенно лежатъ горизонтально; слѣдовательно, они остались ненарушенными. Однако это справедливо только для третичныхъ отложеній сѣверной и средней и отчасти южной Германіи.

Третичный періодъ—**время расцвѣта млекопитающихъ.** Въ третичныхъ отложеніяхъ найдено много костей млекопитающихъ, дающихъ представленіе о богатой животной жизни того времени. Тѣ млекопитающія, правда, не являются первыми представителями этого класса, такъ какъ остатки

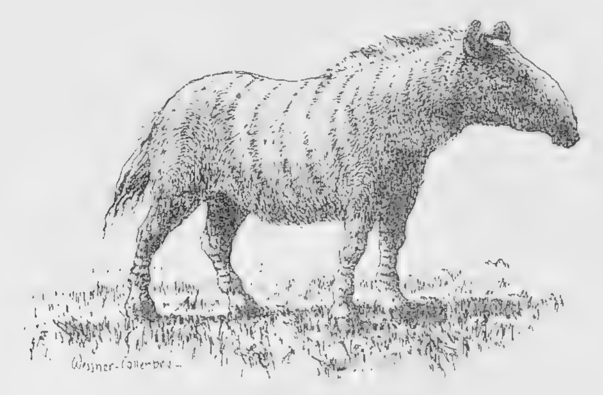


Рис. 132. — Палеотерій.

млекопитающихъ находятъ и въ болѣе древнихъ формаціяхъ [напр., въ Кейперѣ] *), но тамъ попадаются только зубы маленькихъ двуутробокъ. Эти небольшіе звѣрьки не имѣли значенія въ фаунѣ того періода, и только въ третичный періодъ развивается міръ млекопитающихъ.

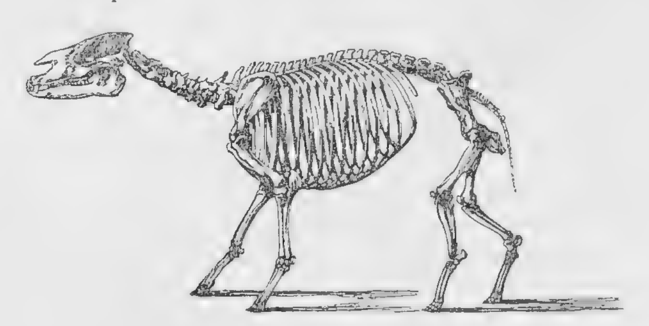


Рис. 133. — Скелетъ палеотерія.

Въ началѣ третичнаго періода млекопитающія еще существенно отличались по своей формѣ отъ современныхъ родственныхъ имъ формъ. Въ общемъ они имѣли болѣе неуклюжее сложеніе.

*) Т.-е. въ верхнемъ тріасѣ. *Прим. пер.*

Самое интересное животное — палеотерій (palaios = древній, therium = дикое животное), который принадлежалъ къ непарнокопытнымъ. (рис. 132 и 133). Его можно разсматривать, какъ среднюю форму между лошадью и тапиромъ. По величинѣ и виду онъ походилъ на неуклюжую лошадь. Расположеніе носовыхъ костей указываетъ на то, что это животное имѣло небольшой хоботъ. Зубы его принадлежатъ къ первобытному типу всѣхъ млекопитающихъ, не относящихся къ сумчатымъ, а именно: число ихъ равнялось 44, при $^3/_3$ рѣзцахъ, $^1/_1$ клыкѣ и $^7/_7$ коренныхъ зубахъ *). (Это полное число зубовъ въ настоящее время имѣютъ только немногія группы млекопитающихъ, напр., насѣкомоядныя; у другихъ же это число болѣе или менѣе сокращено.) Клыки палеотерія были развиты на подобіе бивней и могли представлять хорошее оружіе при защитѣ. Ноги имѣли по три пальца, изъ которыхъ каждый несъ по копыту. Сильнѣй всего былъ развитъ средній палецъ, на который главнымъ образомъ и ступало животное. Палеотеріи жили стадами; они были травоядными **).

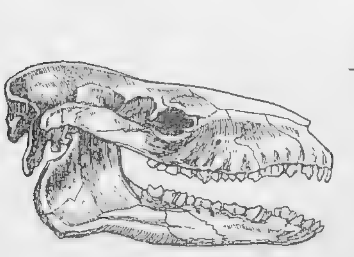


Рис. 134.—Черепъ аноплотерія.

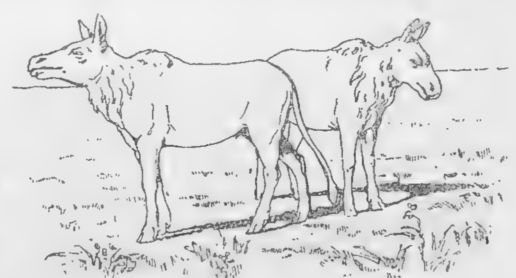


Рис. 135.—Аноплотерій.

Аноплотерій (рис. 134 и 135; anoplos = безоружный) былъ парнокопытнымъ животнымъ. Онъ былъ величиною съ тапира, имѣлъ длинный хвостъ и неуклюжее тѣлосложеніе. Число зубовъ у него также было полное, т.-е. 44, но клыки были слабо

*) При описаніи зубовъ часто употребляютъ такъ называемую зубную формулу, которая выражаетъ расположеніе зубовъ въ челюстяхъ въ видѣ дробей. Числитель показываетъ число верхнечелюстныхъ зубовъ, а знаменатель—нижнечелюстныхъ. *Прим. пер.*

**) Палеотерія считаютъ однимъ изъ предковъ современной лошади. Еще болѣе древнимъ ея предкомъ является пятипалый фенакодъ (Phenacodus), кости котораго были найдены въ древнѣйшихъ третичныхъ отложеніяхъ С. Америки. *Прим. пер.*

развиты и мало отличались отъ рѣзцовъ, а коренные зубы уже имѣли полулунныя складки эмали, характерныя для жвачныхъ. Ноги имѣли по два пальца, на которые равномѣрно опиралось животное.

Въ новѣйшее третичное время міръ млекопитающихъ былъ очень сходенъ съ современнымъ. Неуклюжіе палеотеріи и аноплотеріи исчезли. Быстроногія дикія лошади и антилопы безчисленными стадами оживляли степи, а стройные олени населяли лѣса. Эти животныя были сложены такъ же, какъ современныя имъ родственныя формы. Но на ряду съ ними все еще существовали прежніе типы, а также и такія животныя, которыя въ настоящее время совершенно отсутствуютъ въ Европѣ, какъ, напр., крупныя кошачьи, среди которыхъ громадный махайродусъ съ огромными саблевидными клыками превосходилъ ростомъ и силою современныхъ львовъ и тигровъ.

Рис. 136. — Черепъ динотерія.

Къ чуждымъ современному міру животнымъ относятся предшественники слоновъ, — динотеріи и мастодонты.

Динотерій (deinos=страшный, рис. 136) достигалъ вышины 4,5 метровъ; онъ былъ больше современныхъ слоновъ. Вмѣсто двухъ бивней верхней челюсти онъ имѣлъ въ нижней два мощныхъ, направленныхъ внизъ бивня. Эти бивни не состояли изъ особаго вида прочнаго зубного вещества, такъ называемой слоновой кости, а были обыкновенными зубами. На черепѣ динотерія бросаются въ глаза очень глубокія височныя впадины, необходимыя, вѣроятно, для прикрѣпленія сильныхъ мускуловъ, поддерживавшихъ и двигавшихъ тяжелую нижнюю челюсть.

Мастодонтъ (рис. 137, mastos = сосокъ, odon = зубъ) уже болѣе походилъ на современныхъ слоновъ, но имѣлъ четыре бивня, два въ верхней челюсти и два въ нижней. Его коренные зубы имѣли сосцевидные бугорки, отъ которыхъ животное и получило свое названіе.

Третичный періодъ — время большихъ перемѣщеній въ земной корѣ.

Такъ, въ этотъ періодъ образовался среднегерманскій горный хребетъ. Значительныя перемѣщенія земной коры начались здѣсь въ мѣловой періодъ и отчасти закончились уже въ то время, какъ поднялся Гарцъ. Однако главныя перемѣщенія падаютъ на третичное время; въ эту эпоху образовались линіи излома въ

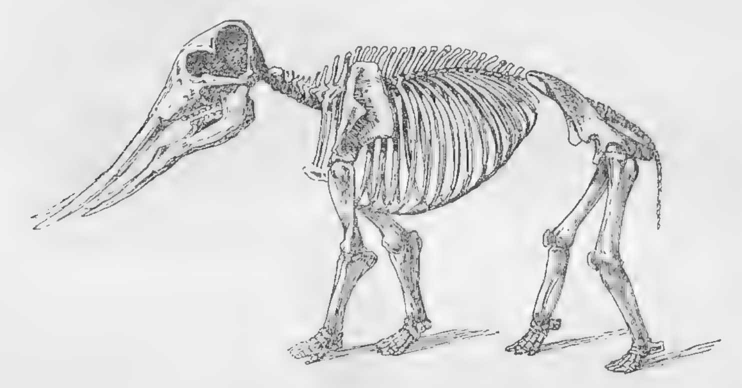


Рис. 137. — Мастодонтъ.

направленіи Гарца, т.-е. въ направленіи съ сѣверо-запада на юго-востокъ. Многіе участки земной коры опустились между этими линіями излома, другіе были приподняты.

Гарцъ (рис. 138) поднялся между двумя краевыми трещинами, въ то время, какъ сосѣдніе съ нимъ участки опустились. На западѣ, въ верхнемъ Гарцѣ, слои принадлежатъ карбону, именно кульму (съ мощнымъ гранитнымъ массивомъ Брокена), на востокѣ же, въ нижнемъ Гарцѣ, слои преимущественно девонскіе. Они также принимали участіе въ образованіи карбоновыхъ складокъ нижнерейнскаго направленія. Теперь же наступило почти перпендикулярное къ этому направленію давленіе, которое было такъ сильно, что сѣверные окраинные слои (тріасовые, юрскіе и мѣловые) были выдавлены вмѣстѣ съ девонскими вверхъ и мѣстами даже опрокинуты. Это перемѣщеніе произошло въ концѣ мѣлового періода. Гарцъ,

какъ горный хребетъ, имѣетъ свое направленіе, „направленіе Гарца“ съ юго-востока на сѣверо-западъ, но складки его простираются въ нижнерейнскомъ направленіи, съ юго-запада на сѣверо-востокъ.

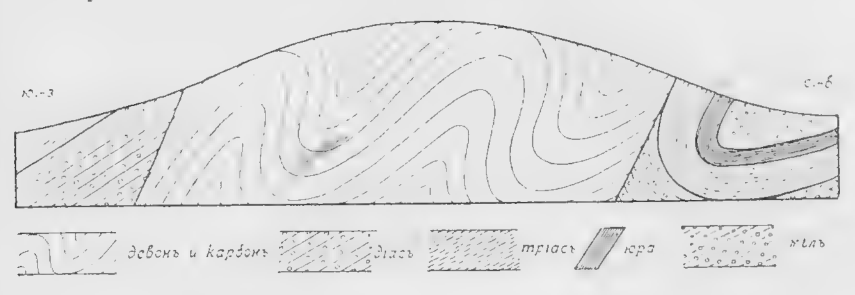


Рис. 138. — Схематическій профиль Гарца въ направленіи с.-з.—ю.-в.

Тюрингенскій и Франконскій лѣсъ также подняты между линіями излома, идущими въ направленіи Гарца. Тюрингенскій лѣсъ сложенъ преимущественно изъ краснаго лежня, въ которомъ обильно залегаютъ порфировыя массы. Тутъ же встрѣчаются гнейсы и слюдистый сланецъ съ прорѣзывающимъ ихъ гранитомъ. Франконскій лѣсъ состоитъ изъ кэмбрійскихъ, силурійскихъ, девонскихъ и карбоновыхъ (кульмовыхъ) горныхъ породъ, которыя сложены въ складки нижнерейнскаго направленія. Здѣсь также обнаруживается противоположность между внѣшней формой горнаго хребта и строеніемъ складокъ, какъ у Гарца.

Въ Рудныхъ горахъ образовались трещины, вдоль которыхъ опустилась богемская область. Такимъ образомъ горный хребетъ получилъ свой крутой край въ третичный періодъ.

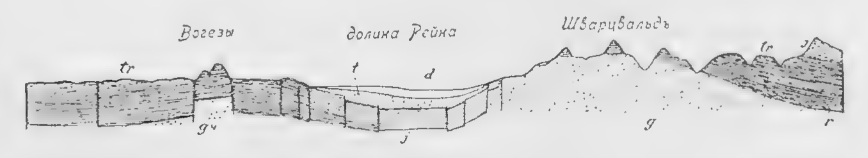


Рис. 139. — Профиль Верхнерейнской низменности.

g) гнейсъ, гранитъ и т. д., r) красный лежень, tr) тріасъ, j) юра, t) третичные слои, d) дилювій.

Но нѣсколько иначе образовалась Верхнерейнская низменность (рис. 139). Между двумя сбросовыми складками (направленія съ сѣвера на югъ) опустился участокъ суши, образующій нынѣ дно рейнской долины, начиная отъ Базеля до мѣстности Рейнгау. Въ новообразовавшійся бассейнъ излилось тре-

тичное море и отложило свои образованія. Подобное опусканіе участка суши между двумя трещинами называется грабеномъ. Примыкающія съ востока глыбы остались на мѣстѣ или же были подняты. Такія возвышающіяся надъ окружающей мѣстностью глыбы называются горстами (рис. 140) *). Шварцвальдъ и Вогезы представляютъ такіе горсты. Оба состоятъ изъ архейскихъ горныхъ породъ, на которыхъ налегаетъ плоскій слой пестраго песчаника. На югѣ у обоихъ первичный горный хребетъ обнаженъ сильнѣе; на сѣверѣ на послѣднемъ (Вогезы) еще лежитъ пестрый песчаникъ. То же мы видимъ въ горныхъ хребтахъ, составляющихъ продолженіе этихъ горстовъ, съ одной стороны Оденвальдъ, съ другой—Гардтъ. Въ обоихъ хребтахъ преобладаетъ пестрый песчаникъ, но въ Оденвальдѣ сильнѣе выступаютъ граниты и другія глубинныя породы.

Опусканіе рейнскаго грабена происходило не сразу, а совершалось ступенями, причемъ кромѣ главныхъ трещинъ образовались еще многія параллельныя побочныя трещины.

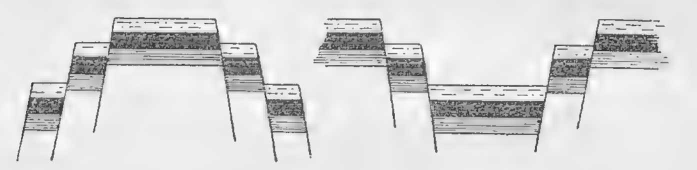


Рис. 140. — Горстъ и грабенъ.

Въ третичное же время произошло поднятіе въ видѣ складокъ большихъ современныхъ горныхъ цѣпей земли. Эти поднятія и въ настоящее время еще сохранили свою высоту и мощность, потому что они сравнительно юны и, слѣдовательно, не долгое время подвергались вывѣтриванію. Къ нимъ принадлежатъ Альпы.

Альпы въ своихъ центральныхъ гребняхъ состоятъ изъ архейскихъ горныхъ породъ—гнейсовъ и т. п. съ мощными гранитными штоками. Съ сѣвера и съ юга эти центральные хребты сопровождаются параллельными хребтами Известковыхъ Альпъ, которыхъ нѣтъ только на южной сторонѣ Западныхъ Альпъ. Известковыя Альпы состоятъ изъ альпійскаго тріаса,

---

*) Горсты могутъ образоваться не только благодаря сбросамъ, т.-е. опусканію окружающей ихъ мѣстности, но также и вслѣдствіе взброса ихъ вверхъ; подобно складкамъ взбросы образуются отъ горизонтальнаго стяженія земной коры. *Прим. пер.*

юры и мѣла, которые сложены въ сильно изогнутыя складки и образуютъ обрывистыя зубчатыя скалы, придающія альпійскимъ видамъ ихъ величественный и въ то же время живописный характеръ. Известковые Альпы въ свою очередь сопровождаются хребтами горъ, состоящими изъ сильно складчатыхъ третичныхъ слоевъ. Эти третичные слои въ своихъ нижнихъ горизонтахъ состоятъ преимущественно изъ нуммулитоваго известняка и изъ песчанисто - сланцеватыхъ массъ, которыя тамъ называютъ „флишемъ“, въ верхнихъ же горизонтахъ—изъ мергелей и конгломератовъ, которымъ даютъ общее названіе „молассa“.

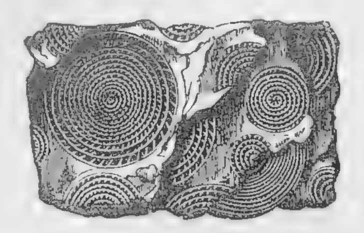


Рис. 141. — Нуммулитовый известнякъ.

Нуммулитовый известнякъ (рис. 141) встрѣчается не только въ Альпахъ, но также и въ южной Европѣ, южной Азіи и сѣверной Африкѣ. Онъ содержитъ массу нуммулитовъ (nummulus=монета); мѣстами онъ сплошь состоитъ изъ нихъ. Нуммулиты представляютъ раковинки фораминиферъ, состоящихъ изъ камеръ. Онѣ имѣютъ форму линзъ; крупныя изъ нихъ достигаютъ величины серебрянаго рубля.

Всѣ слои молассa принадлежатъ первой половинѣ третичнаго періода, и такъ какъ они собраны въ складки вмѣстѣ со

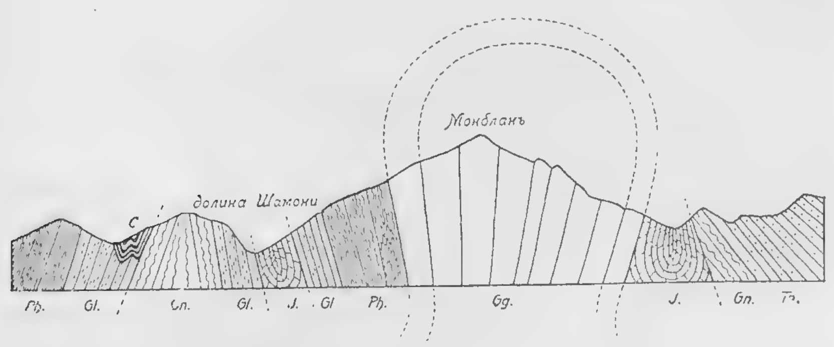


Рис. 142. — Профиль черезъ Монбланъ.

Gn) гнейсъ, Gg) гранито-гнейсъ, Gl) слюдяный сланецъ, Ph) филлитъ, Tr) тріасъ, J) юра.

слоями болѣе древняго происхожденія, то отсюда слѣдуетъ, что складчатость могла образоваться только во второй полови-

нѣ третичнаго періода. Давленіе, которое подняло Альпы въ видѣ складокъ, было громадно, такъ что всѣ части горныхъ хребтовъ были вдавлены другъ въ друга самымъ разнообразнымъ образомъ. Возникли не только простыя складки и сбросы, но и лежачія, опрокинутыя и вѣерообразныя, у которыхъ склоны расходятся вверхъ (рис. 142). Сила давленія была такъ велика, что нуммулитовые слои, которые въ то время составляли морское дно, были выдавлены вверхъ до 3.500 метровъ, а въ Гималаяхъ даже до 5.000 метровъ (около 5 верстъ).

Одновременно съ Альпами были подняты въ видѣ складокъ Апеннины, Пиренеи, Сіерра-Невада въ южной Испаніи, Кар-

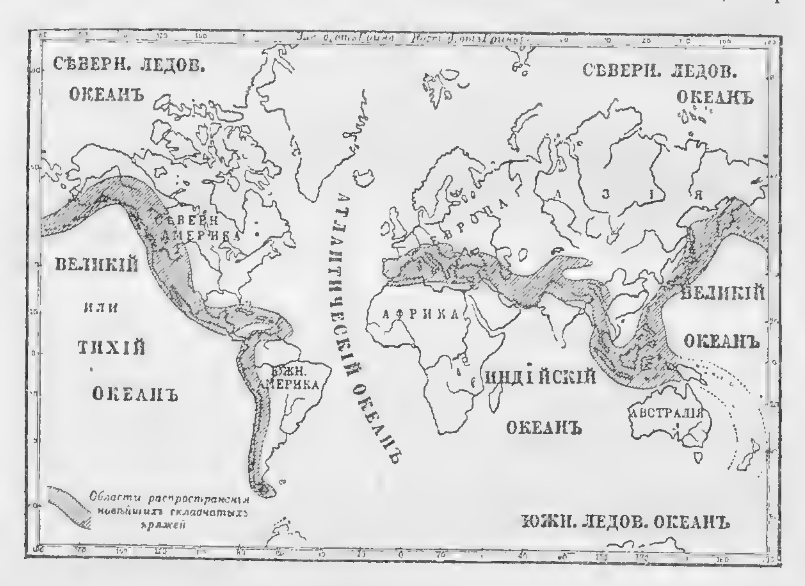


Рис. 143. — Карта новѣйшихъ горныхъ хребтовъ.

паты и горы Балканскаго полуострова; въ сѣверной Африкѣ— Атласъ. Цѣпь горныхъ хребтовъ Балканскаго полуострова продолжается съ одной стороны черезъ Крымскія горы и Кавказъ, а съ другой стороны черезъ острова Эгейскаго моря и горные хребты Малой Азіи въ горы Ирана, Памира, Тянь-Шаня, въ Куэнь-Лунь и Гималаи, въ горы Задней Индіи и Малайскаго архипелага, Филиппинскихъ и Японскихъ острововъ и Камчатки. Дальнѣйшее продолженіе составляетъ могучая горная цѣпь Америки—Скалистыя горы С. Америки и Кордильеры (рис. 143).

Вторая половина третичнаго періода была временемъ массо-

выхъ вулканическихъ изверженій. Вслѣдъ за большими перемѣщеніями земной коры обыкновенно наступаетъ періодъ, богатый вулканическою дѣятельностью. За образованіемъ складокъ во время карбона наступаетъ вулканическій періодъ краснаго лежня; за третичнымъ образованіемъ складокъ—третичный вулканическій періодъ. Изъ изверженныхъ лавъ образовались частью темныя, частью свѣтлоокрашенныя горныя породы.

Базальтъ—самая распространенная горная порода третичнаго періода. Базальтовыя горы во множествѣ разсѣяны по всей Германіи. Мощные базальтовые покровы встрѣчаются на Эйфелѣ, Фогельсбергѣ и Рэнѣ. Въ другихъ мѣстахъ базальтъ встрѣчается отдѣльными меньшими куполами, которыми нѣкоторыя мѣстности средней и южной Германіи прямо-таки усѣяны. Базальтовыя горы большей частью имѣютъ округлую или немного вытянутую форму. Базальтъ вообще образуетъ только вершину горы и покоится на основаніи изъ другихъ третичныхъ породъ, какъ напр., пески, глины, въ то время, какъ самая гора состоитъ изъ болѣе древнихъ горныхъ породъ, напр., тріаса, юры и т. д. Эти послѣднія большей частью образуютъ пологіе склоны, а базальтовый покровъ довольно круто падаетъ во всѣ стороны. Отсюда возникаетъ характерная для базальтовыхъ горъ форма „гробовой крышки" (рис. 145).

Базальтъ представляетъ зеленовато-черную горную породу съ плотнымъ или мелкозернистымъ строеніемъ. Если горная порода плотна, то цвѣтъ ея равномѣрно зеленовато-черный, и въ ней нельзя замѣтить простымъ глазомъ отдѣльныхъ минераловъ. Если же она ясно зерниста,—представляетъ такъ называемый долеритъ,—то видно, что она состоитъ изъ чернаго авгита и свѣтлаго полевого шпата (плагіоклаза). Какъ показываетъ микроскопъ, и плотный базальтъ состоитъ изъ кристалликовъ плагіоклаза (известко-натроваго) и авгита, который имѣетъ призматическую форму. Между ними лежатъ зерна магнетита. Авгиту и магнетиту горная порода обязана своимъ темнымъ цвѣтомъ. Въ темную базальтовую массу часто вкраплены желтовато-зеленыя прозрачныя, какъ стекло, зерна: это оливинъ, единственная составная часть видимая простымъ глазомъ. Къ краямъ базальтовая масса иногда дѣлается стекловатой. Нерѣдко въ базальтѣ встрѣчаются включенія, образующія бѣлыя известково-шпатовые или цеолитовыя миндалины. Цеолиты—водные силикаты, образующіеся отъ разложенія плагіоклазовъ, и поэтому содержащіе или все-

цѣло, или отчасти ихъ составныя части: окись алюминія, кальція и натрія.

Интересно образованіе столбчатыхъ отдѣльностей, которыя ни въ одной породѣ не встрѣчаются въ такомъ совершенномъ видѣ, какъ въ базальтѣ. Столбы большею частью шестигранны и на нихъ иногда замѣчается поперечное расчлененіе. Великолѣпные столбчатые базальты встрѣчаются въ Шотландіи.

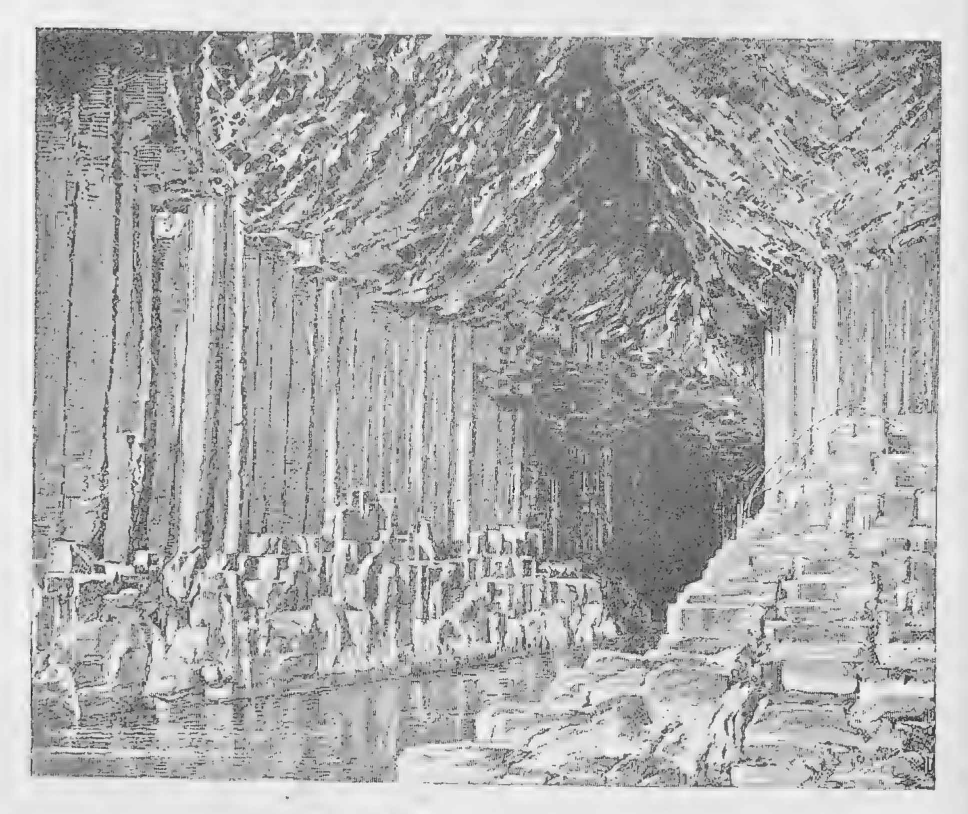


Рис. 144. — Фингалова пещера на о. Стаффа.

(Фингалова пещера, рис. 144) и Ирландіи (Плотина гигантовъ); въ Германіи часто можно наблюдать въ базальтѣ прекрасную столбчатую отдѣльность (рис. 145).

На базальтѣ часто замѣтны контактовыя явленія. Въ особенности они хорошо видны на Мейснерѣ въ Гессенѣ (рис. 146). Здѣсь третичная глина, соприкасающаяся съ базальтомъ, пережжена, а лежащій подъ нею бурый уголь превращенъ въ

массу, похожую на коксъ. На сосѣдней Святой Горѣ раковинный известнякъ превращенъ въ нечистый мраморъ; на другихъ

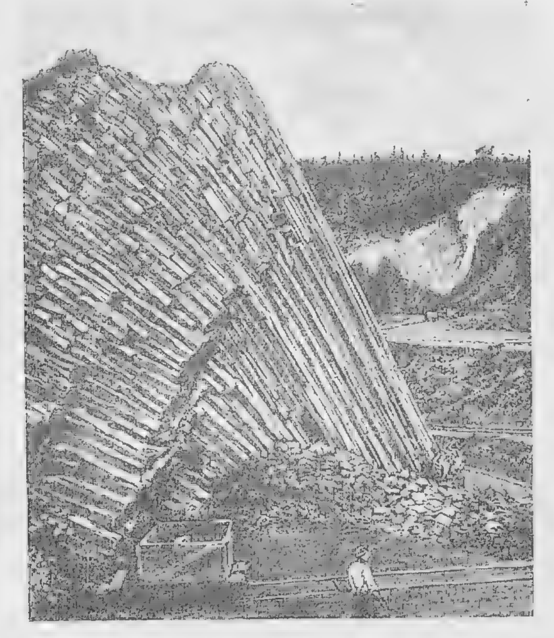


Рис. 145. — Базальтовый куполъ на Гессельбюлѣ въ Гессенской горной странѣ.

мѣстахъ находится третичный песокъ, спекшійся въ твердый песчаникъ, т.-е. зернышки песка расплавлены съ поверхности и спечены другъ съ другомъ. Однако эти контактовыя явленія сравнительно слабы и охватываютъ небольшое число метровъ.

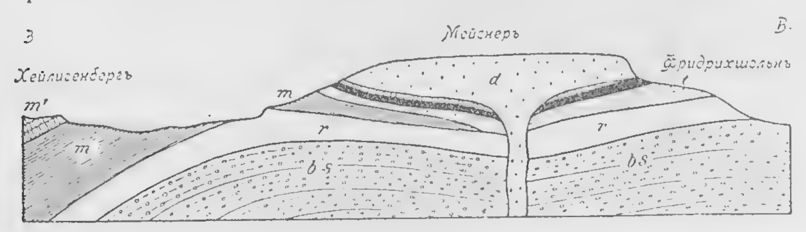


Рис. 146. — Профиль Мейснера въ Гессенѣ.

bs) пестрый песчаникъ, r) рётъ, m) и m') раковинный известнякъ, t) третичные слои (песокъ съ бурымъ углемъ), d) базальтъ.

Отъ вывѣтриванія базальтъ переходитъ въ буро-глинистую массу, въ которой въ значительномъ количествѣ попадаются

еще базальтовая глыбы. Эту бурую массу называютъ ваккòвой глиной.

Базальтъ—изверженная горная порода. При быстромъ остываніи образовывался плотный базальтъ, при медленномъ—зернистый. Поэтому часто наружный слой базальта плотенъ, а внутренняя масса зерниста. Образованіе столбовъ вызвано тѣмъ, что въ остывающей породѣ появились трещины. Пузыристыя образованія обязаны газу, который не могъ вырваться наружу изъ лавы; заполненіе же пузырей произошло позднѣе изъ отложеній, осаждавшихся изъ просачивающейся воды.

Базальтъ по своему составу представляетъ ту же горную породу, мелафиръ и діабазъ. Онъ служитъ представителемъ темныхъ изверженныхъ породъ вулканической фазы третичнаго періода. Существуетъ немало разновидностей базальта—именно, кромѣ главныхъ составныхъ частей изрѣдка онъ содержитъ и другіе минералы, какъ-то: лейцитъ, нефелинъ и т. д. *).

Третичному же времени принадлежитъ трахитъ (trachys = шероховатый, неровный), который большими массами встрѣчается въ Зибенгебиргѣ (на Драхенфельсѣ), на Эйфелѣ и др. мѣстахъ. Въ противоположность базальту онъ свѣтлаго (свѣтло-сѣраго) цвѣта. Онъ имѣетъ порфировую структуру: въ сѣрой основной массѣ лежатъ большіе кристаллы полевого шпата. Основная масса образована очень мелкими кристалликами полевого шпата (плагіоклаза и ортоклаза). Включенія представляютъ большіе пластинчатые разбитые трещинами кристаллы (карлсбадскіе двойники стекловидной разности ортоклаза — санидина). Другія включенія, какъ слюда и роговая обманка, встрѣчаются лишь случайно. Кварцъ обыкновенно отсутствуетъ.

Трахитъ очень близокъ къ порфиру, но существенно отличается отъ него отсутствіемъ кварца; его можно было бы назвать болѣе юнымъ, лишеннымъ кварца порфиромъ. Трахитъ идетъ какъ строительный камень и на мостовыя. Онъ очень непроченъ. Изъ него выстроенъ Кельнскій соборъ и онъ постоянно требуетъ ремонта. Еще рѣже, чѣмъ трахитъ, встрѣчается фонолитъ или „звонкій камень". Фонолитъ въ видѣ куполовидныхъ покрововъ тамъ и сямъ попадается въ Германіи (рис. 147). Онъ также свѣтлаго цвѣта (свѣтло-сѣраго) и состоитъ изъ санидина и нефелина, натро-алюминіеваго силиката, который легко узнать въ породѣ по жирному блеску.

*) Родственные полевымъ шпатамъ минералы, встрѣчающіеся въ вулканическихъ горныхъ породахъ. *Прим. пер.*

Если ударять молоткомъ по фонолиту, то онъ издаетъ своеобразный чистый звонъ, откуда и произошло его названіе (phone=звукъ).

Изъ третичныхъ вулкановъ многіе прекратили свою дѣятельность еще въ третичное время, но нѣкоторые дѣйствуютъ и теперь, напр., Везувій, Этна и вулканы Исландіи.

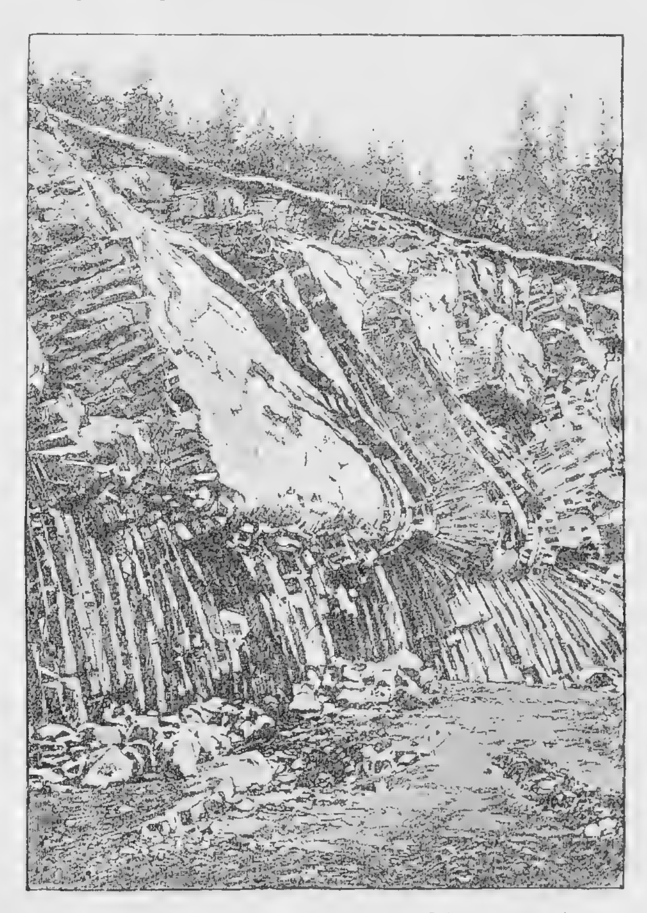


Рис. 147. — Ломка фонолита при Обервизенталѣ.

Къ третичному времени относятся знаменитые нефтяные источники на Кавказѣ, въ окрестностяхъ Баку, а также и менѣе значительные источники Нижняго Эльзаса. Однако петролеумъ, или горное масло, встрѣчается не только въ третичныхъ слояхъ. Богатые источники Галиціи, около Борислава,

принадлежатъ частью меловымъ, частью третичнымъ слоямъ. Въ провинціи Ганноверъ они встрѣчаются въ верхне-юрскихъ слояхъ, а пользующіеся всемірной извѣстностью источники Пенсильваніи принадлежатъ девону. Однако современное мѣстонахожденіе петролеума не указываетъ на его возрастъ, такъ какъ онъ встрѣчается всегда на „вторичномъ" мѣстѣ залеганія, а не на мѣстѣ своего возникновенія. Петролеумъ, иначе горное масло, представляетъ смѣсь углеводородовъ, которые по составу своему непостоянны. Американскій петролеумъ богатъ парафиномъ, бакинскій же—нефтью. Петролеумъ—сильно пахнущая эѳирная жидкость желтаго цвѣта въ проходящемъ свѣтѣ и голубоватаго — въ падающемъ. Петролеумъ идетъ на горѣніе и топливо.

Окрестности Баку необычайно богаты источниками петролеума. Петролеумъ вытекаетъ изъ однѣхъ буровыхъ скважинъ въ видѣ постоянныхъ источниковъ, изъ другихъ выбрасывается подъ сильнымъ давленіемъ въ видѣ фонтановъ на высоту до 20 и 50 метровъ (10—20 саж.). Тамъ, гдѣ горное масло вытекаетъ не съ большой силой, закладываютъ ямы, въ которыхъ накапливается выступающій петролеумъ и его оттуда вычерпываютъ или выкачиваютъ. Большею частью послѣ закладки буровой скважины петролеумъ бьетъ сначала фонтаномъ, сила котораго постепенно ослабѣваетъ, и, наконецъ, только просачивается. Какъ велика бываетъ сила фонтана, указываетъ тотъ фактъ, что весной 1910 г. при закладкѣ буровой скважины поля одной румынской деревни были затоплены гарнымъ масломъ, а деревня подвергалась такой опасности, что ее пришлось защищать плотинами.

Горное масло въ необработанномъ видѣ не употребляется, такъ какъ изъ него развиваются газы, которые, смѣшиваясь съ воздухомъ, даютъ взрывы. Поэтому петролеумъ разлагаютъ на составныя части; это совершается путемъ перегонки. Такъ какъ извѣстны точки кипѣнія отдѣльныхъ углеводородовъ, то прежде всего горное масло нагрѣваютъ до точки кипѣнія той составной части, которая кипитъ при наименьшей температурѣ. Когда эта составная часть будетъ совершенно перегнана, точку кипѣнія повышаютъ и перегоняютъ другую часть, и т. д. Такъ постепенно получаютъ: бензинъ и подобные ему летучіе углеводороды, керосинъ и другія вещества, идущія на горѣніе, смазочное масло для машинъ и моторовъ, вазелинъ и параффинъ. Остающіеся послѣ перегонки нефтяные остатки (мазутъ) съ виду напоминаютъ де-

готь. Такой способъ обработки петролеума называютъ фракціонной перегонкой.

Петролеумъ возникъ, по всей вѣроятности, изъ битуминозныхъ горныхъ породъ подъ вліяніемъ жара и давленія, которымъ на значительной глубинѣ подвержены горныя породы. Образованіе петролеума можно объяснить своего рода перегонкой битуминозныхъ веществъ (перегонкой подъ давленіемъ), давшей въ результатѣ богатое углеводородами горное масло.

Въ третичный періодъ постепенно выработались условія, которыя господствуютъ въ настоящее время на землѣ; современное распредѣленіе моря и суши выработалось приблизительно въ концѣ третичнаго періода. Современныя высокія складчатыя горы образовались тоже въ это время. Въ мірѣ животныхъ наступаетъ господство млекопитающихъ, а также и расцвѣтъ ихъ, потому что послѣдующее время принесло съ собой обѣднѣніе міра млекопитающихъ. Въ растительномъ же мірѣ двудольныя начинаютъ пріобрѣтать то значеніе, которое они имѣютъ еще и нынѣ. Такимъ образомъ третичный періодъ обозначаетъ начало геологическихъ новѣйшихъ временъ.

Въ третичное время южная часть Европейской Россіи, именно бассейны Днѣпра, Донца и Волги, была покрыта моремъ. Это море простиралось далѣе на югъ, охватывая Крымъ и Кавказъ, а также на востокъ, за Уралъ, гдѣ оно съ одной стороны соединялось проливомъ, идущимъ вдоль восточныхъ склоновъ хребта, съ Ледовитымъ океаномъ, а съ другой—простиралось на югъ въ Закаспійскую область и Туркестанъ. Къ концу первой половины третичнаго періода началось обмелѣніе этого моря, и къ началу второй половины оно окончательно исчезло изъ предѣловъ Е. Россіи. Во второй половинѣ третичнаго періода западно-европейское море снова надвинулось на Подольскую, Волынскую и Бессарабскую губ., а также Крымъ и Кавказъ. Оно вскорѣ выдѣлило громадный замкнутый бассейнъ, простиравшійся отъ Вѣны черезъ южную Россію до Аральскаго моря. Его называютъ Сарматскимъ моремъ. Это обширное замкнутое море по своему характеру походило на современное Черное море. Въ теченіе второй половины третичнаго періода это море постепенно сократилось и разбилось на отдѣльные бассейны.

Третичныя отложенія Россіи богаты полезными ископаемыми. Такъ, на Керченскомъ полуостровѣ находятся залежи бураго желѣзняка; на Апшеронскомъ и Таманскомъ полуостровахъ—громадныя залежи нефти, которая, кромѣ того, встрѣчается на сѣверномъ склонѣ Кавказа, у Грознаго и въ другихъ мѣстахъ; въ Кіевской губерніи—бурый уголь и янтарь; на Сахалинѣ и въ нѣкоторыхъ бассейнахъ Сибири—бурый уголь; въ Кульпѣ, на Кавказѣ, и Акъ-чеку, въ Туркестанѣ,—каменная соль и т. д.

Дополненіе къ переводу.

X. Дилювій.

Въ Европѣ на всемъ пространствѣ низменности, сопровождающей побережье Балтійскаго и Нѣмецкаго морей до Ламанша и вплоть до Средне-Германскихъ горъ болѣе древнія формаціи покрыты глиной, крупнымъ пескомъ (хрящемъ) и лёссомъ. Подобный же покровъ, въ которомъ въ изобиліи встрѣчаются обломочныя массы въ видѣ крупнаго щебня, лежитъ на южно-германской возвышенности и въ Верхне-Рейнской долинѣ. Эти отложенія называются дилювіемъ. Дилювій—значитъ потопъ. Такое названіе произошло оттого, что дилювіальныя отложенія принимались за „наносную землю", отложившуюся изъ водъ потопа.

Глина не представляетъ собой чистаго каолина. Она окрашена въ буровато-или сѣровато-желтые тона и пластична, подобно каолину. Слоистости въ ней незамѣтно. Она заключаетъ въ себѣ обломки камней различной величины. Обломки состоятъ изъ гранита, сіенита, кварца, глинистаго сланца, кремня и т. п. Гранитъ содержитъ мясокрасный полевой шпатъ и голубоватый кварцъ. Подобные граниты встрѣчаются въ Скандинавіи. Точно такъ же и другіе камни, встрѣчающіеся въ глинѣ, происходятъ изъ Скандинавіи, напр., обломки силурійскихъ горныхъ породъ съ окаменѣлыми ортоцерасами и др. Кремень, находимый въ глинѣ, попадается въ мѣлу острова Рюгена, слѣдовательно, также происходитъ изъ мѣстности, расположенной къ сѣверу отъ Германской низменности. Вообще, большая часть камней сѣвернаго происхожденія. Интересно, что эти камни не имѣютъ острыхъ угловъ; напротивъ, углы ихъ всегда болѣе или менѣе закруглены. Такіе камни называются валунами, отчего и дилювіальную глину называютъ валунной глиной.

Хрящъ, или крупный песокъ, болѣе или менѣе ясно слоистъ. Отдѣльные куски горныхъ породъ, изъ которыхъ онъ состоитъ, бываютъ различной величины, но они во много разъ меньше валуновъ. Особенно часто встрѣчаются въ немъ мѣловыя окаменѣлости, напр., кремневаго морскаго ежа—Ananchytes ovata—и белемнитиды—Belemnitella mucronata. Иногда дилювій содержитъ крупныя обломочныя массы, слѣдовательно, хрящи изъ крупныхъ галекъ и валуновъ; на южно-германской возвышенности хрящъ содержитъ матеріалъ, происходящій изъ Альпъ. Въ дилювіальныхъ отложеніяхъ хряща иногда находятъ кости—

черепа и части скелетовъ—большихъ млекопитающихъ: слоновъ, носороговъ, сѣверныхъ оленей, дикихъ быковъ и т. д. особенно же мощные бивни слоновъ и рога обыкновенныхъ и гигантскихъ оленей. Въ нѣкоторыхъ пещерахъ Средне-Германскихъ горъ наряду съ костями названныхъ животныхъ находятъ кости гигантскаго пещернаго медвѣдя. Черепъ его легко отличить отъ черепа нынѣ живущаго медвѣдя, такъ какъ лобъ его рѣзко, какъ бы ступенчато отдѣляется отъ лицевой части (рис. 160).

Рис. 148. — Лёссовая стѣна въ окрестностяхъ Мансфельда.

Лёссъ прикрываетъ валунную глину и хрящъ и далеко переходитъ за предѣлы ихъ распространенія. Съ виду лёссъ похожъ на валунную глину,—это такая же землистая масса буро-желтаго цвѣта, состоящая изъ крупинокъ, легко растираемыхъ въ пыль. Кромѣ глины, лёссъ содержитъ углекислую известь и мелкій песокъ, поэтому онъ „вскипаетъ“ отъ дѣйствія соляной кислоты. Лёссъ такъ мягокъ и нѣженъ, что при растираніи между пальцами глинистыя частицы втираются въ кожу, а кварцевыя зерна остаются. Кромѣ того въ лёссѣ встрѣчаются мелкіе листочки слюды, которые залегаютъ обыкновен-

но не горизонтально, но въ самыхъ разнообразныхъ положеніяхъ. При внимательномъ разсматриваніи видно, что лёссъ пронизанъ безчисленными тонкими трубочками. Въ верхнихъ частяхъ лёссовыхъ толщъ часто находятся различной формы бѣловатыя мергельныя конкреціи *). Сростки эти, называемые лёссовыми куколками или журавчиками, иногда имѣютъ правильно овальную форму, но чаще являются въ видѣ неправильныхъ рогулекъ.

Такъ какъ лёссъ представляетъ довольно плотную массу, то онъ часто образуетъ крутыя стѣны въ нѣсколько метровъ

Рис. 149. — Памятникъ Петру I.

вышины, подобно образованіямъ изъ писчаго мѣла. Такія крутыя стѣны весьма характерны для лёссоваго ландшафта (рис. 148). Лёссовыя стѣны часто покрыты мелкими углубленіями, произведенными роющими осами (Sphex sabulosa), и болѣе крупными отверстіями, ведущими въ гнѣзда береговыхъ ласточекъ. Также и хомякъ охотно роетъ свои норы въ лёссѣ, и др. животныя.

Въ дилювіальной, области, кромѣ упомянутыхъ отложеній, встрѣчаются эрратическіе валуны, а также наблюдаются

*) Отъ присутствія этихъ мергельныхъ сѣровато-бѣлаго цвѣта конкрецій на югѣ Е. Россіи лёссъ называютъ „бѣлоглазкой“. *Прим. пер.*

покрытыя шрамами горныя породы, штрихованные валуны, и попадаются такъ называемые „трехгранники". Среди дилювіальныхъ отложеній нерѣдко находятъ отдѣльныя глыбы горныхъ породъ, часто громадныхъ размѣровъ. Эти глыбы состоятъ изъ сѣверныхъ скандинавскихъ горныхъ породъ гранита, гнейса, сіенита и т. д. Такъ какъ такія глыбы попали сюда съ сѣвера, то ихъ называютъ эрратическими глыбами или эрратическими валунами, т.-е. заблудившимися валунами (отъ errare=блуждать). Эрратическія глыбы могутъ достигать большой величины: такъ, напр., цоколь памятника Петру Великому въ Петроградѣ (рис. 149) сдѣланъ изъ одной глыбы, найденной у Лахты въ 15 верстахъ къ сѣверо западу отъ столицы. Цоколь имѣетъ въ длину 16 метровъ, въ ширину 6 метровъ и 5 метровъ въ высоту. Возлѣ Фюрстенвальда, въ провинціи Бранденбургъ, лежатъ двѣ эрратическія глыбы, „камни маркграфа" (рис. 150). Меньшій изъ нихъ въ два человѣческихъ роста и притомъ его основаніе лежить въ землѣ на глубинѣ одной сажени. Отъ второго большаго камня осталась только половина, другая же половина, вѣсившая почти 5.000 пудовъ, была доставлена въ 1827 г. въ Берлинъ, гдѣ изъ нея сдѣлали раковину въ $3^1/_2$ сажени въ діаметрѣ и поставили передъ Новымъ Музеемъ.

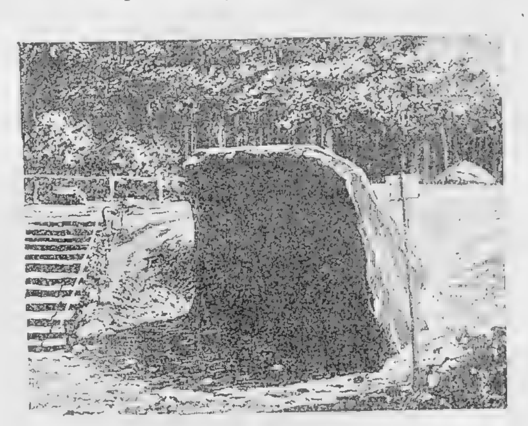


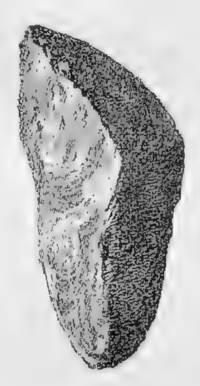
Рис. 150. — Большой „Камень маркграфа".

Въ дилювіальныхъ областяхъ встрѣчаются также валуны, покрытые царапинами, какъ бы исчерченные (рис. 151). Эрратическія глыбы иногда имѣютъ гладкія полированныя поверхности, на которыхъ хорошо видны параллельные шрамы. Получается впечатлѣніе, будто такая глыба была прижата къ твердому ложу и съ силою продвигаема по немъ, причемъ всѣ неровности были сглажены. Такіе отполированные камни находятся и среди валуновъ.

На твердыхъ породахъ, поднимающихся среди дилювіальныхъ слоевъ, а также и на тѣхъ породахъ, которыя покрыты валун-

ной глиной, находятъ шрамы и царапины. Большая часть шрамовъ направлена съ юго-запада на сѣверо-востокъ или съ юго-востока на сѣверо-западъ *). Слѣдовательно, они расположены вѣерообразно и указываютъ на Скандинавію. Изрѣдка попадаются шрамы и другого направленія. Подобное же явленіе въ дилювіальной области представляютъ округленные холмы. Тамъ, гдѣ твердая горная порода выходитъ наружу сквозь дилювіальныя отложенія, тамъ она не имѣетъ рѣзкихъ иззубренныхъ очертаній, но, напротивъ, мягкіе округленные контуры.

Вышеназванные трехгранники (рис. 152) представляютъ куски камней съ приблизительно равными отшлифованными поверхностями, пересѣкающимися подъ острыми углами и покрытыми рубцами.



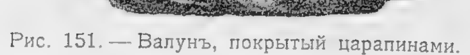


Рис. 151. — Валунъ, покрытый царапинами. Рис. 152. — Трехгранникъ.

Только что описанныя образованія, а именно: землистыя массы съ валунами, покрытыми шрамами, исцарапанныя скалистыя ложа, хрящъ и т. п. (за исключеніемъ лёссовыхъ массъ и трехгранниковъ) происходятъ и въ наши дни благодаря дѣятельности ледниковъ. Познакомимся же съ ними поближе.

Ледники.

Вершины многихъ высокихъ горныхъ хребтовъ, напр., Альпъ, Кавказа и др., изъ года въ годъ покрыты снѣгомъ. Этотъ снѣгъ, называемый, въ противоположность вновь выпавшему

*) Для Европейской Россіи характерно второе направленіе шрамовъ, т.-е. съ сѣверо-запада на юго-востокъ. *Прим. пер.*

снѣгу, **фирномъ**, не пушистъ и не состоитъ изъ хлопьевъ, а зернистъ и твердъ, подобно послѣднимъ остаткамъ снѣга, лежащимъ весной въ тѣнистыхъ мѣстахъ. Фирновый снѣгъ многократно таялъ и снова замерзалъ. Если къ фирновому полю примыкаетъ долина съ покатымъ дномъ, то фирнъ по этой долинѣ посылаетъ **ледникъ**, т.-е. массу льда, наполняющую долину и двигающуюся по ней внизъ наподобіе рѣки. Ледники—суть потоки льда, исходящіе изъ фирновыхъ полей и медленно стекающіе по долинамъ (рис. 153).

Рис. 153. — Шрекхорнскій ледникъ.

Самымъ удивительнымъ является тотъ фактъ, что ледъ движется, стекаетъ. Какъ же это происходитъ? Одной изъ важнѣйшихъ причинъ является **сила тяжести**. На днѣ долины, идущей внизъ, ледъ уже въ силу собственной тяжести скользилъ бы внизъ. Въ ближайшихъ къ долинѣ частяхъ фирноваго поля особенно замѣтно давленіе выше лежащихъ массъ льда, который въ свою очередь увлекаетъ за собой тяжесть свѣшивающихся въ долину частей. Отъ такого постояннаго давленія и натяженія масса льда раздавливается и разрывается. Такъ въ ледникѣ образуются трещины, направленіе которыхъ идетъ частью вдоль, частью поперекъ ледяного потока. Съ особой силой образуются трещины тамъ, гдѣ уклонъ дна

долины дѣлается внезапно болѣе крутымъ. Тогда нижняя половина тянетъ такъ сильно, что почти отрывается, вслѣдствіе чего образуются многія и глубокія поперечныя трещины. Трещины въ ледникахъ представляютъ большое препятствіе для туристовъ, потому что иногда онѣ такъ широки, что черезъ нихъ нельзя перейти безъ лѣстницъ. Кромѣ того, онѣ очень опасны, такъ какъ ихъ можетъ замести снѣгомъ, и уже многіе путешественники нашли въ нихъ смерть.

Другая причина движенія ледниковъ кроется въ поперемѣнномъ оттаиваніи и смерзаніи льда. Громадное давленіе, производимое льдомъ на нижележащіе слои, вызываетъ пониженіе точки замерзанія, а черезъ это ихъ таяніе. Но какъ только наступаетъ таяніе, талая вода вновь замерзаетъ. Этотъ процессъ подобенъ тому, который совершается въ комкѣ снѣга, если его сдавливать въ рукѣ: отъ давленія происходитъ таяніе и новое смерзаніе, и снѣгъ превращается въ ледъ. То, что происходитъ въ нижележащихъ слояхъ отъ давленія, въ верхнихъ происходитъ отъ солнечной теплоты, т.-е. поперемѣнное таяніе и смерзаніе, и растрескавшійся ледъ снова смерзается въ сплошную массу. Такимъ образомъ, ледниковый ледъ до извѣстной степени пластиченъ и напоминаетъ вязкую массу.

Скорость движенія ледниковъ измѣряютъ слѣдующимъ образомъ. Въ склоны долины, справа и слѣва отъ ледяного потока, вбиваютъ колья, а поперекъ ледника, между кольями, кладутъ рядъ камней. Оказывается, что камни подвигаются впередъ не равномѣрно, а въ срединѣ быстрѣе, чѣмъ у краевъ, и рядъ камней, вначалѣ прямой, изгибается дугообразно. Суточный путь, совершаемый камнями, вѣрнѣе, ледникомъ, составляетъ приблизительно отъ 30 до 40 сантиметровъ. Это приблизительно равняется скорости конца часовой стрѣлки карманныхъ часовъ. Значительно быстрѣе течетъ гренландскій глетчерный ледъ, гдѣ его скорость доходитъ до 14—20 метровъ въ сутки. Въ такихъ случаяхъ теченіе льда видимо простымъ глазомъ.

Однако для уясненія дилювіальныхъ явленій слѣдуетъ разсмотрѣть работу ледниковъ. Работа состоитъ въ томъ, что ледъ и происходящая отъ таянія вода переносятъ куски горныхъ породъ, и что ледникъ шлифуетъ свое ложе. Когда отъ скалъ, ограничивающихъ ледникъ справа и слѣва, откалываются куски подъ вліяніемъ мороза или отъ атмосферныхъ явленій, то они падаютъ на поверхность глетчера и уносятся имъ внизъ. Упавшія глыбы всегда остаются на той же

сторонѣ ледника и никогда не переходятъ на другую сторону, потому что поверхность ледника выпукла. Если берега ледниковаго ложа состоятъ изъ различныхъ горныхъ породъ, то на одной сторонѣ ледника лежитъ только одинъ матеріалъ, а на другой—только другой. Отъ накопленія обломковъ на одной сторонѣ ледника постепенно образуется валъ изъ мусора и щебня, который называется **боковой мореной** (рис. 153 и 154). Боковая морена вообще кажется большей, чѣмъ на самомъ дѣлѣ, вслѣдствіе того, что подъ вліяніемъ солнечнаго тепла ледъ таетъ съ поверхности и только подъ мореной остается нетронутымъ, такъ какъ туда не проникаютъ солнечные лучи. Такимъ образомъ валъ изъ обломковъ получаетъ какъ бы фундаментъ изъ льда. То же самое происходитъ и съ одиночными глыбами, упавшими на поверхность ледника. Вокругъ такой глыбы отъ солнечныхъ лучей таетъ ледъ, но подъ глыбой сохраняется. Съ теченіемъ времени окружающій ледъ настолько понизится, что глыба является стоящей на ледяной подставкѣ. Чѣмъ больше таетъ ледникъ, тѣмъ выше дѣлается эта подставка, а вмѣстѣ съ тѣмъ и тоньше, потому что къ ней начинаютъ проникать солнечные лучи. Эти „ледниковые столы“ имѣютъ форму грибовъ (рис. 153 и 154). Они стоятъ по цѣлымъ мѣсяцамъ и достигаютъ вышины нѣсколькихъ метровъ. Однако въ концѣ концовъ столбъ или ледяная подставка настолько обтачивается, что не выдерживаетъ тяжести камня, ломается, и глыба падаетъ на поверхность ледника, скользитъ на нѣкоторомъ разстояніи, и нерѣдко раскалывается. При скольженіи камень можетъ упасть въ трещину и очутиться внутри ледника. Попадаютъ въ трещину и обломки изъ боковыхъ моренъ и движутся вмѣстѣ съ ледникомъ. Постепенно камни опускаются глубже и глубже, и наконецъ, сильно раздробленные, падаютъ на дно ледника, гдѣ постепенно накопляется масса обломковъ. Тяжестью льда обломки передвигаются все дальше и дальше; при этомъ они трутся другъ о друга и о ложе долины. Продуктомъ ихъ перетиранія

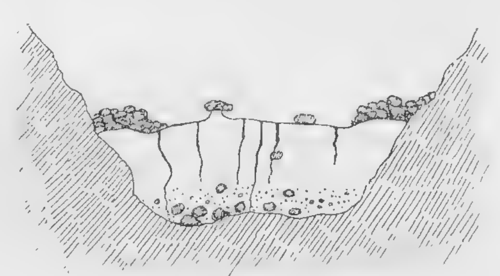


Рис. 154. — Схематическій поперечный разрѣзъ черезъ ледникъ.

являются тонкія, какъ пыль, землистыя массы. И такъ какъ подъ льдомъ собирается талая вода, то здѣсь образуется масса ила, въ которой лежатъ каменныя глыбы со стертыми закругленными гранями и углами. Это и составляетъ поддонную морену ледника (рис. 154 и 155).

У нижняго конца ледника, у такъ называемаго „лба“, выступаетъ наружу постоянно двигающаяся масса ила и обломковъ боковыхъ моренъ и нагромождается здѣсь въ плотину. Здѣсь же откладывается матеріалъ и поверхностной морены. Образованный такимъ образомъ валъ называется конечной мореной (рис. 155).

Конечная морена всегда указываетъ на предѣлъ ледника. Если въ годы, богатые осадками, ледникъ продвигается далеко впередъ, то онъ продвигаетъ передъ собой и конечную море-

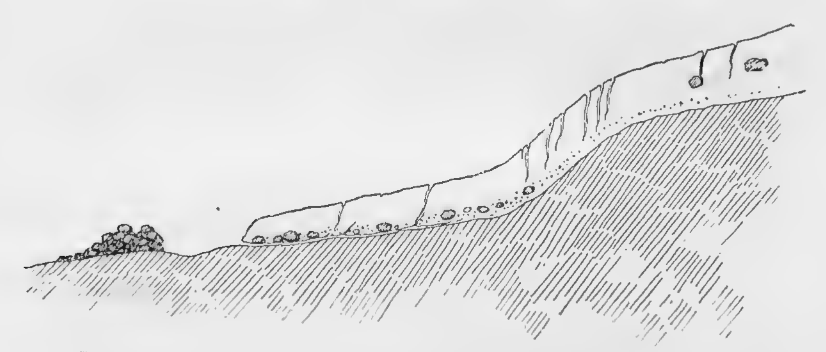


Рис. 155. — Схематическій продольный разрѣзъ черезъ ледникъ.

ну; если же въ жаркіе и сухіе годы ледникъ отступаетъ, то конечная морена остается на своемъ прежнемъ мѣстѣ, такъ какъ во время отступанія ледникъ обыкновенно не образуетъ конечной морены, потому что глыбы падаютъ на дно долины и лежатъ отдѣльно, не нагромождаясь въ кучу. Плотина только тогда накопляется, когда ледъ глетчера долго остается на одномъ и томъ же мѣстѣ. У альпійскихъ глетчеровъ конечныя морены лежатъ далеко отъ лба ледника, такъ какъ глетчеры уже въ теченіе многихъ десятилѣтій отступаютъ.

Переносу обломковъ содѣйствуетъ и вода, образующаяся при таяніи ледника. Подъ нимъ скопляется талая вода и вытекаетъ наружу въ видѣ ледниковаго ручья изъ отверстія во лбу ледника, изъ „ледниковыхъ воротъ“ (рис. 153), и прорываетъ конечную морену. Ледниковый ручей вымываетъ моренный илъ, медленно катитъ обломки камней и уноситъ съ

собой глинистыя частицы, чтобы снова отложить ихъ на другомъ мѣстѣ. Вода такого ручья всегда мутна, съ виду напоминаетъ молоко, и въ этомъ случаѣ называется глетчернымъ молокомъ. Послѣ вымыванія ила отъ массы поддонной морены остаются только окатанные камни, образующіе массу крупнаго щебня или мелкаго хряща, смотря по составу матеріала. Такимъ образомъ эта масса щебня и хряща образована не только дѣятельностью собственно льда, но и водой.

3. Ледникъ шлифуетъ свое ложе. Тяжелая масса льда производитъ громадное давленіе на свое ложе. Она плотно прижимаетъ глыбы поддонной морены къ скалистому ложу и тащитъ ихъ съ громадною силой. Каждая неровность дна стирается, и въ результатѣ скалистое дно какъ бы отполировывается. Однако въ гладкую поверхность врѣзываются шрамы, образуемые углами камней, влекомыхъ ледникомъ. Конечно, при этомъ и сами камни стираются и шлифуются и покрываются царапинами. Впрочемъ, скалистое ложе никогда не сглаживается окончательно. Болѣе твердые участки его остаются въ видѣ возвышеній и только закругляются и шлифуются. Такіе закругленные холмы весьма характерны для мореннаго ландшафта.

Гораздо въ большихъ размѣрахъ, чѣмъ въ Альпахъ, Кавказѣ и другихъ горныхъ странахъ, ледниковыя явленія выражены въ Гренландіи. Тамъ ледники достигаютъ громадныхъ размѣровъ и покрываютъ громадныя площади земли. Ихъ называютъ материковымъ льдомъ. Материковый ледъ, какъ и глетчерный, таетъ, переноситъ обломки, нагромождаетъ морены, шлифуетъ скалистое ложе, образуетъ шрамы и т. д. Для гренландскихъ ледниковъ характерна большая скорость движенія, именно, она достигаетъ, какъ упоминалось раньше, 14—20 метровъ въ сутки. Поверхностныя морены у гренландскихъ ледниковъ почти отсутствуютъ. Это объясняется тѣмъ, что ложе ихъ, весьма обширное по площади, не сопровождается по обѣимъ сторонамъ скалистыми стѣнами, съ которыхъ могли бы падать каменныя глыбы. Напротивъ, поддонныя морены имѣютъ громадное развитіе; поэтому ледниковые ручьи увлекаютъ въ море громадное количество ила и песка.

Когда конецъ материковаго ледника доходитъ до моря, онъ, слѣдуя своему первоначальному направленію, продвигается на нѣкоторое разстояніе въ водѣ. Но такъ какъ ледъ легче воды, то онъ вытѣсняется ею кверху и, въ концѣ концовъ, съ ужаснымъ трескомъ отламывается. Отломанные куски уносятся въ

море въ видѣ ледяныхъ горъ или айсберговъ. Обыкновенно часть, возвышающаяся надъ поверхностью воды, въ зависимости отъ содержанія во льду воздуха, составляетъ только $^1/_6$—$^1/_8$ всей ледяной глыбы, чаще же $^1/_7$. Интересно сравнить дѣятельность текучаго льда съ дѣятельностью текучей воды. Получается слѣдующее:

1. Текучая вода сортируетъ падающія на дно вещества, которыя она нѣкоторое время несетъ въ взвѣшенномъ состояніи. Болѣе тяжелыя части она отлагаетъ скорѣе, а болѣе легкія уноситъ дальше. Ледъ же повсюду ихъ несетъ равномѣрно; онъ съ одинаковой легкостью несетъ и зернышко пыли, и скалистую глыбу, и одновременно ихъ отлагаетъ. Ему недостаетъ сортирующей силы. Поэтому вода созидаетъ слоистыя породы, а ледъ—неслоистыя.

2. Вода размываетъ горныя породы, и болѣе всего тамъ, гдѣ ея теченіе всего сильнѣе. Вода стремится сдѣлать свое ложе болѣе узкимъ и глубокимъ, и поэтому создаетъ себѣ узкія и глубокія долины; ледъ, напротивъ, почти равномѣрно давитъ на свое широкое ложе, и поэтому онъ вышлифовываетъ себѣ широкія и плоскія долины.

Такимъ образомъ, въ области ледника мы видимъ: 1. Неслоистую землистую массу съ отдѣльными глыбами, т.-е. поддонную морену.—2. Массу хряща и щебня, снесенную талой водой.—2. Отдѣльныя груды камней, принесенныхъ ледникомъ издалека.—4. Исцарапанныя, покрытыя шрамами и полированныя поверхности на многихъ глыбахъ поддонной морены и на скалистомъ днѣ.

Другими словами говоря, это—тѣ же самыя явленія, которыя мы можемъ наблюдать въ области распространенія дилювіальной формаціи, т. е. валунная глина, хрящъ, эрратическія глыбы, покрытые царапинами валуны и округленные холмы.

Ледниковый періодъ.

Во время дилювія ледники высокихъ горъ сильно продвинулись и покрыли большія области толстымъ покровомъ льда. Вслѣдствіе этого то время называется ледниковымъ періодомъ.

Съ фирновыхъ полей Скандинавскихъ горъ ледниковыя массы продвигались къ югу черезъ нынѣшнюю область Балтійскаго моря. Громадный ледяной покровъ занималъ всю сѣверную и среднюю Европу до Средне-Германскихъ горъ, а мѣста-

ми даже переходилъ ихъ, напр., въ Нижнемъ Гарцѣ (рис. 156), такъ что вся область Европы, занятая ледникомъ, приблизительно представляла ту картину, которую въ настоящее время мы наблюдаемъ въ Гренландіи, т.-е. безконечную ледяную пустыню. Этотъ материковый ледъ частью на своей поверхности, частью въ своей толщѣ приносилъ со Скандинавскихъ горъ глыбы камней: гранитъ, сіенитъ, гнейсъ, ортоцератитовый известнякъ и т. д., такъ какъ Скандинавскія горы состояли изъ архейскихъ и древнихъ палеозойскихъ слоевъ. Эти глыбы были заключены въ массу ила, который состоялъ изъ мелкорастертыхъ и вывѣтрившихся породъ ледниковаго ложа. Такъ, напр., былъ растертъ пишущій мѣлъ Рюгена, и только твердыя, способныя сопротивляться породы продвигались далѣе въ видѣ валуновъ. Эта старая поддонная морена составляетъ въ настоящее время валунную глину.

Тамъ, гдѣ ложемъ ледника служили твердыя горныя породы, онѣ покрывались шрамами въ направленіи движенія ледниковъ, т.-е. въ направленіи со стороны Скандинавіи, если, конечно мѣстныя условія не измѣняли направленія. Изъ-подъ тающаго льда вырывались мощные потоки воды, которые вымывали изъ поддонной морены весь илистый матеріалъ и оставляли только валуны. Валуны же еще болѣе округлялись и окатывались водой. Такъ возникли массы щебня и хряща. Иногда болѣе мелкій песокъ вымывался изъ хряща и отлагался въ другихъ мѣстахъ.

Ледникъ нагромождалъ конечныя морены. Какъ далеко достигалъ ледникъ, можно установить и по распространенію валунной глины и эрратическихъ глыбъ, но въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ (напр. Западной Пруссіи, Помераніи, Мекленбургѣ и Шлезвигъ-Голштиніи) находятся конечныя морены, которыя тянутся въ видѣ длинныхъ, имѣющихъ форму вала цѣпей холмовъ

Въ теченіе ледниковаго періода смѣнялись холодныя и богатыя осадками времена теплыми и сухими. Въ болѣе холодныя времена ледники далеко продвигались впередъ и достигали своей южной границы. Когда послѣ такого періода отступанія снова наступали холодныя времена, то ледъ снова продвигался впередъ. Такъ, для сѣверной Германіи можно установить три періода наступанія, т.-е. три большихъ эпохи оледенѣнія. Первое оледенѣніе было самымъ большимъ, было главной ледниковой эпохой. Времена отступанія ледника называютъ межледниковыми эпохами.

Отступаніе ледника происходило неравномѣрно; на многихъ мѣстахъ ледъ оставался неподвижнымъ въ теченіе многихъ лѣтъ. Тогда у лба ледника собирались большія массы воды, происшедшей отъ его таянія, и текли, слѣдуя естественному уклону, слѣдовательно, въ Германской низменности — на сѣверъ. Но прежде всего водѣ приходилось течь вдоль края ледника въ западномъ направленіи. Эти большія количества воды, усиленныя еще притоками съ Средне-Германскихъ горъ, вымыли себѣ нѣсколько долинъ, направленныхъ главнымъ образомъ съ востока на западъ, а затѣмъ обращенныхъ на сѣверъ.

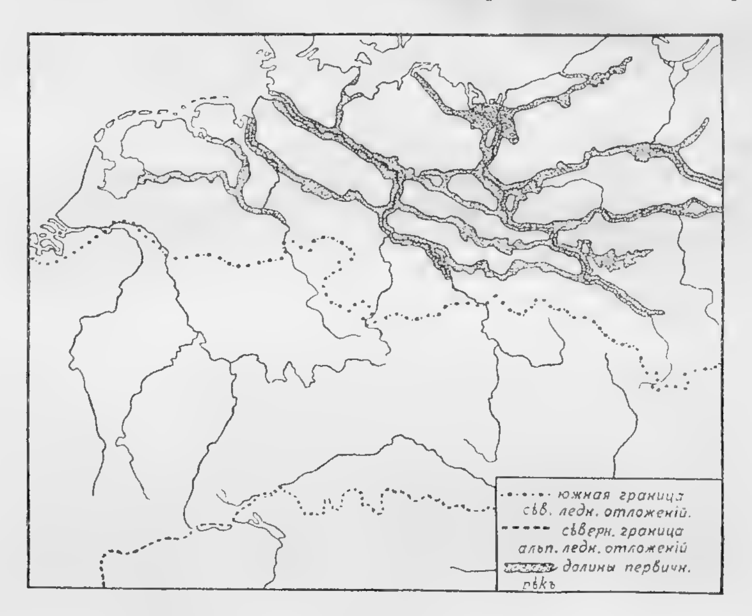


Рис. 156. — Распространеніе дилювіальныхъ отложеній (въ Средней Европѣ) и долины первичныхъ рѣкъ.

Эти долины первичныхъ рѣкъ (рис. 156) можно и теперь узнать въ современныхъ рѣчныхъ системахъ. Большія рѣки претерпѣваютъ въ нихъ характерныя отклоненія отъ главнаго направленія на западъ, какъ Эльба и Одеръ, и многіе ихъ притоки текутъ почти вдоль нихъ, какъ, напр., Черный Эльстеръ, Аллеръ и др. Также и большіе каналы, напр., Бромбергскій и др., проложены въ долинахъ первичныхъ рѣкъ.

Послѣ отступанія ледника въ Германской низменности остались многіе водные бассейны, такъ какъ дно поддонныхъ моренъ имѣло много естественныхъ углубленій, да и немало было

вымыто такихъ углубленій водоворотами талой воды. Эти углубленія наполнились прежде всего водою отъ таянія льда. Многія изъ нихъ получили впослѣдствіи постоянные притоки и сохранились черезъ это до нынѣшнихъ дней. Многія озера Помераніи, Пруссіи, Литвы, Прибалтійскаго края и Олонецкаго обязаны своимъ происхожденіемъ ледникамъ.

Альпійскіе ледники также продвигались впередъ; черезъ долины они вступали на Южно-Германскую возвышенность и распространялись тамъ во всѣ стороны. Отъ этого они соединялись другъ съ другомъ и слились, наконецъ, въ общую ледяную массу, покрывшую значительную часть возвышенности до Дуная.

Южно-германскій ледникъ, подобно тому, какъ было въ сѣверной Германіи, оставилъ по себѣ поддонную морену съ исцарапанными валунами, щебень и песокъ, отложенные изъ воды, ледниковыя озера и т. д. Конечно, перенесенныя здѣсь породы были не скандинавскаго, а альпійскаго происхожденія.

Животная и растительная жизнь въ Западной Европѣ во время оледенѣнія занимала область между двумя ледниковыми покровами, а въ межледниковыя эпохи могла распространяться и на сѣверъ, и на югъ.

Почва, состоящая изъ моренныхъ отложеній, была покрыта низкими растеніями, кустарниками и полукустарниками сѣверной флоры: карликовой березой, полярной ивой, травами и т. д. На этихъ тундрахъ паслись сѣверные и гигантскіе олени, дикіе быки и одѣтые густою шерстью слоны и носороги.

Самымъ распространеннымъ изъ ледниковыхъ слоновъ былъ мамонтъ (Elephas primigenius). Онъ далеко не былъ самымъ большимъ изъ своихъ собратьевъ, но все же значительно больше нынѣ живущихъ слоновъ. Его бивни (рис. 157) были сильно загнуты вверхъ и въ стороны. У самки изогнутость бивней была сильнѣе, чѣмъ у самца, но у послѣдняго они были значительно больше. Нашли бивни въ $7^1/_2$ пудовъ вѣсомъ каждый, слѣдовательно, мамонтъ несъ тяжесть въ 15 пудовъ! Животное было покрыто очень густой шерстью красно-бураго цвѣта. Найденные остатки шерсти имѣютъ, дѣйствительно, такой цвѣтъ, но возможно, что такая окраска есть результатъ позднѣйшаго измѣненія въ теченіе многихъ вѣковъ. Верхняя сторона хобота была также покрыта волосами. Подъ кожей животное несло слой жира въ 8—10 сантиметровъ толщины; слѣдовательно, оно было достаточно защищено отъ холода.

Мамонтъ питался растительной пищей, въ особенности листьями и молодыми побѣгами деревьевъ, какъ можно судить по сохранившимся остаткамъ въ желудкѣ и въ дуплахъ коренныхъ зубовъ.

О мамонтѣ мы знаемъ гораздо больше, чѣмъ о всѣхъ другихъ древнихъ вымершихъ животныхъ, потому что въ Сибири находили цѣлые трупы мамонтовъ, вполнѣ сохранившіеся во льду и мерзлой почвѣ. Мясо было еще такъ свѣжо, что его охотно ѣли собаки. Въ одномъ трупѣ нашли кусокъ свернувшейся крови, который, вѣроятно, произошелъ отъ внутренняго пораженія животнаго при паденіи въ трещину ледника. Отдѣльные бивни находятъ такъ часто, что они составляютъ значительную часть продажной „слоновой“ кости *).

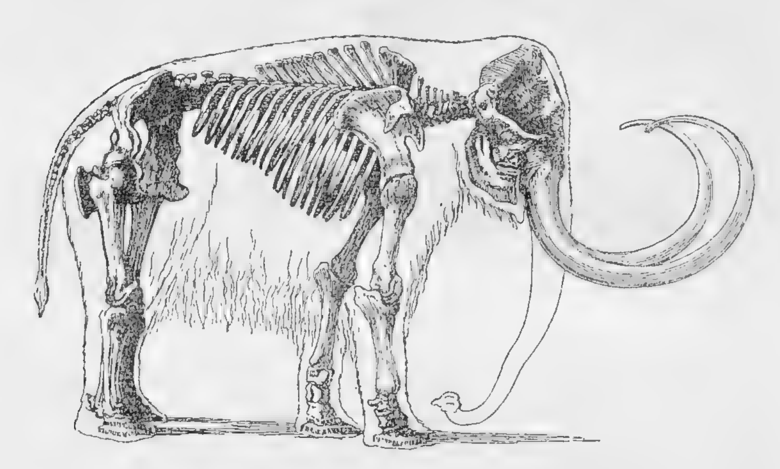


Рис. 157. — Скелетъ мамонта.

*) Во время дилювія существовало три вида слоновъ, изъ которыхъ южный слонъ (E. meridionalis) и древній (E. antiquus), вѣроятно, были самыми большими млекопитающими, которыя когда-либо населяли землю. Но общій интересъ возбуждаетъ мамонтъ (E. primigenius) благодаря тому, что находятъ сохранившимися цѣлые его трупы, а также и потому, что его бивни составляютъ предметъ цѣнной торговли. Тунгузы и якуты думали, что этотъ ископаемый гигантъ жилъ въ землѣ наподобіе крота, поэтому они его назвали „мамутъ“, что значитъ „земляное животное“ (мамма — земля). Въ петроградскомъ музеѣ находится полный скелетъ мамонта въ $3^1/_4$ арш. длины и $4^1/_2$ арш. вышины, а экземпляръ, находящійся въ Мюнстерѣ, въ Вестфаліи, тоже полный скелетъ, имѣетъ до 5 арш. длины и около 8 арш. вышины.

Прим. пер.

Дилювіальный носорогъ (Rhinoceros tichorhinus, рис. 158) былъ также большимъ, сильнымъ животнымъ; онъ по виду вполнѣ походилъ на современнаго африканскаго носорога, но превосходилъ его величи-

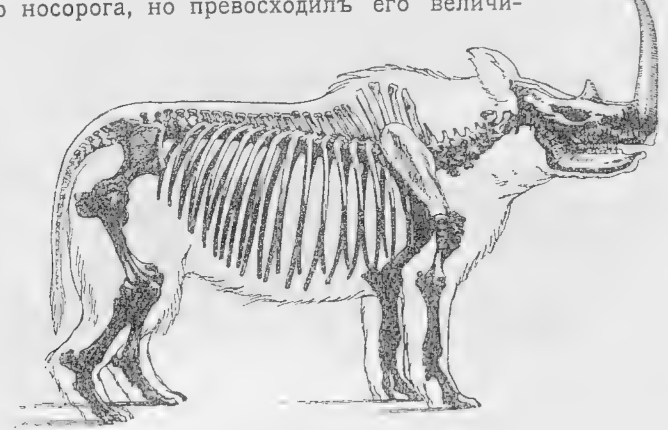


Рис. 158. — Носорогъ.

ной. На носу онъ имѣлъ два рога, изъ которыхъ передній былъ чрезвычайно великъ. Носовая перегородка у него была окостенѣвшей, такъ что тяжелое вооруженіе имѣло твердую опору. Носорогъ былъ, какъ и мамонтъ, покрытъ бурой шерстью.

Гигантскій олень (Cervus megaceros, рис. 159) былъ не менѣе большимъ и сильнымъ животнымъ. Онъ имѣлъ могучіе широкіе лопатообразные, какъ у лося, рога; концы ихъ отстояли другъ отъ друга почти на двѣ сажени.

Рис. 159. — Гигантскій олень.

Сѣверный олень, жившій въ ледниковый періодъ, принадлежалъ тому же самому виду, который въ настоящее время живетъ въ сѣверныхъ странахъ.

Въ ледниковый періодъ существовало нѣсколько представителей дикаго рогатаго скота. Наиболѣе распространенъ былъ

зубръ (Bos bison), болѣе мелкіе и слабые потомки котораго сохранились еще въ незначительномъ числѣ въ Россіи. Другой видъ—широколобый, вооруженный громадными рогами дикій быкъ (Bos primigenius) — еще долгое время жилъ въ Европѣ послѣ ледниковой эпохи. Онъ былъ истребленъ только

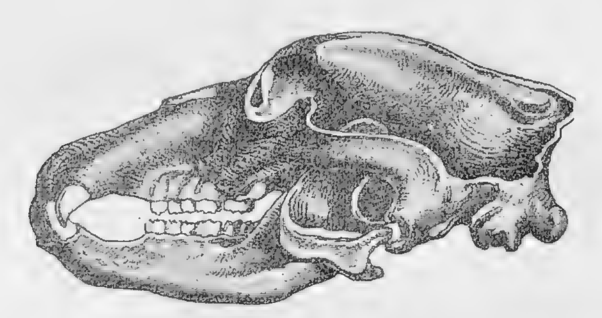


Рис. 160. — Черепъ пещернаго медвѣдя.

въ Средніе вѣка, а его потомки продолжаютъ жить въ видѣ нашего домашняго быка.

Въ пещерахъ Гарца, Юры и др. въ ледниковый періодъ жилъ пещерный медвѣдь (Ursus spelaeus, рис. 160) — сильное животное, превосходившее величиной самыхъ большихъ современныхъ бѣлыхъ медвѣдей и гризли. Этотъ могучій звѣрь не былъ такимъ большимъ разбойникомъ, какъ можно было бы думать, такъ какъ его тупобугорчатые коренные зубы указываютъ на то, что на ряду съ мясной пищей онъ поѣдалъ немало растительной.

Намъ осталось разсмотрѣть еще одно изъ дилювіальныхъ отложеній, именно лёссъ.

Отложенія лёсса не заключаютъ въ себѣ валунной глины и, кромѣ того, они неслоисты; слѣдовательно, лёссъ не ледниковое образованіе и не отложеніе изъ воды. Многократныя наблюденія, особенно въ Китаѣ, показали, что мелкоземлистыя неслоистыя массы возникаютъ тамъ, гдѣ часто бываютъ пылевыя бури. Тамъ вѣтеръ вздымаетъ мелкія частицы земли, пылинки глины, известняка и мелкаго песка въ такихъ массахъ, что воздухъ густо наполняется пылью. Частички пыли уносятся на нѣкоторое разстояніе и опускаются на землю, когда ослабѣваетъ сила вѣтра или когда дождь прибиваетъ ихъ къ землѣ.

Пылевыя бури, подобно песчанымъ бурямъ пустыни, проносясь надъ скалами и отдѣльно разсѣянными камнями, шлифуютъ ихъ поверхности.

Свѣжевыпавшая пыль очень плодородна,—въ Китаѣ она служитъ лучшимъ удобреніемъ, — поэтому вскорѣ послѣ паденія пыли пышная степная растительность пробивается сквозь нее. Въ сѣверномъ Китаѣ такимъ образомъ еще и нынѣ образуется лёссъ, который китайцы называютъ „хоангъ-ту", т.-е. желтая земля. Желтая рѣка, Хоангъ-хо, получила свое названіе оттого, что при высокой водѣ она несетъ съ собой большія количества лёсса. Также и Желтое море, Хоангъ-хай, обязано названіемъ лёссу. Отложенія лёсса въ Китаѣ настолько мощны, что въ нихъ человѣкъ устраиваетъ себѣ жилища (пещеры).

Дилювіальный лёссъ обязанъ своимъ происхожденіемъ пылевымъ бурямъ. Эти бури часто бывали въ межледниковые періоды. Онѣ поднимали глинистую и известковую пыль и мелкій песокъ и отлагали ее въ видѣ равномѣрнаго покрова по всей области. На свѣжемъ лёссовомъ покровѣ прорастала пышная травяная растительность. На безконечной травяной степи носились различныя степныя животныя: стада дикихъ ословъ, лошадей и сайговыхъ антилопъ (рис. 161). Сайговая

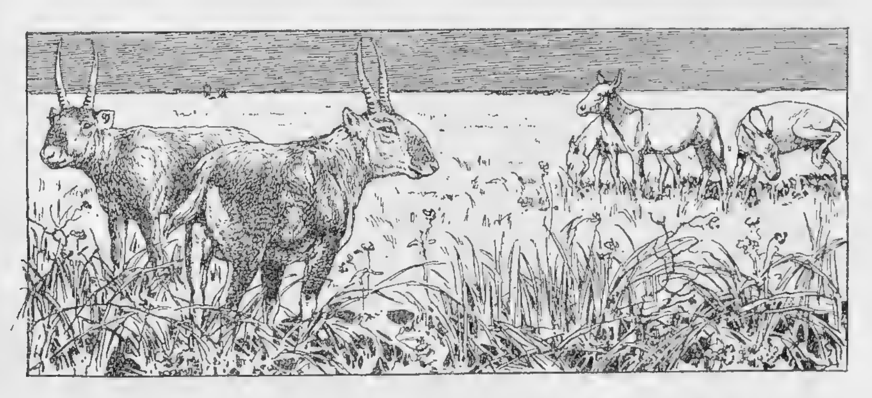


Рис. 161. — Сайговыя антилопы и дикіе ослы въ лёссовой степи.

антилопа имѣетъ форму и величину козы; у нея сильно вздутый горбатый носъ, конецъ котораго наподобіе хобота заходитъ за нижнюю челюсть. Это животное обитаетъ еще и нынѣ въ степяхъ юго-восточной Россіи и западной Азіи.

Каждая новая пылевая буря насыпала на поросшую травой

равнину новый покровъ лёсса, такъ что продолжала расти сквозь него. При этомъ нижніе концы отмирали и оставляли въ почвѣ безчисленныя тонкія трубочки, которыя и нынѣ еще сохранились въ лёссѣ.

Свободно лежащіе въ степи камни отшлифовывались вѣтромъ, несшимъ пыль. Такъ возникли трехгранники; три плоскости ихъ, сходящіяся въ одной вершинѣ, вѣроятно, указываютъ на три преобладающихъ направленія вѣтра.

Въ позднѣйшія времена лёссъ многократно перемѣщался текучими водами, такъ что многія изъ современныхъ лёссовыхъ отложеній являются отложеніями изъ воды.

Дилювіальные ландшафты—мѣстности, гдѣ процвѣтаетъ земледѣліе. Особенно это справедливо для лёссовыхъ областей, которыя въ Европѣ находятся въ Венгріи, Австріи, Пруссіи, Франціи, Бельгіи, Россіи и пр.

Западная граница лёсса почти доходитъ до Пиренеевъ и простирается съ юго-запада на сѣверо-востокъ. Южная граница его совпадаетъ съ сѣверной окраиной Альпъ отъ Швейцаріи до Вѣны, откуда переходитъ на Балканы и доходитъ до Чернаго моря. Отъ Бельгіи, черезъ Гарцъ, Саксонію и Силезію, лёссъ тянется почти непрерывно по всей южной Россіи до границы Азіи.

Дополненіе къ переводу.

Безъ дилювіальнаго покрова почва многихъ областей Европы состояла бы изъ твердыхъ горныхъ породъ или безплоднаго третичнаго песка. Дилювіальный хрящъ во многихъ мѣстахъ добывается въ неглубокихъ ямахъ и употребляется при проведеніи и ремонтѣ дорогъ. Просѣиваніемъ изъ него добываютъ примѣшанный песокъ, который находитъ примѣненіе при постройкѣ домовъ. Глина также идетъ на постройку домовъ: изъ нея дѣлаютъ кирпичи; а изъ густой лёссовой, а также и глиняной кашицы, къ которой прибавляютъ рубленую солому, воздвигаютъ глиняныя стѣны небольшихъ домовъ. Валуны и эрратическія глыбы даютъ цѣнный матеріалъ для построекъ всякаго рода, особенно въ мѣстностяхъ, бѣдныхъ строительнымъ камнемъ.

Въ эпоху дилювія міръ млекопитающихъ обѣднѣлъ. Отъ изобилія третичныхъ видовъ остался лишь незначительный остатокъ. Изъ растеній также погибли тѣ, которыя не могли выносить холоднаго климата. Такъ постепенно выработались современныя условія.

Ледниковый періодъ составлялъ часть дилювіальной эпохи. Громадный скандинавскій ледникъ, распространяясь радіально, покрылъ въ это время большую часть низменности Европейской Россіи. Южная граница ледяного покрова, начинаясь на западѣ у Вислы, простиралась на востокъ до Приволжской возвышенности и пересѣкала Волгу у Васильсурска, посылая на югъ два языка, которые огибали съ востока и запада Среднерусскую возвышенность. Кромѣ главнаго скандинавскаго ледяного покрова, въ сѣверовосточномъ углу Е. Россіи, именно, въ Тиманскомъ кряжѣ, находился другой гораздо меньшій, сливавшійся на востокѣ съ сѣверно-уральскимъ покровомъ. Въ виду такого обширнаго распространенія ледниковъ въ Россіи и притомъ двойного, альпійско-гренландскаго типа, ледниковыя отложенія должны отличаться большимъ разнообразіемъ.

На Кавказѣ, Тянь-Шанѣ, Ферганскомъ и Алайскомъ хребтахъ, на Заилійскомъ, Кунгей-Алатау и др. ледники были весьма сильно развиты, частью превосходя развитіе современныхъ альпійскихъ ледниковъ, частью равняясь имъ. *Дополненіе къ переводу.*

XI. Аллювій.

Значительно моложе дилювіальныхъ отложеній глинистыя и песчанистыя отложенія, образующія дно рѣчныхъ долинъ и луговъ. Отложенія эти состоятъ изъ бурой глины, такъ называемой рѣчной глины, и изъ рѣчного песка, принесеннаго рѣкой преимущественно изъ области своихъ истоковъ. Рѣчныя отложенія называются аллювіемъ (alluvium = намывъ). Тотъ твердый матеріалъ, называемый рѣчной мутью, который каждая рѣка несетъ съ собою, отлагается въ области ея разлива. Эти отложенія образовались со временемъ послѣдняго оледенѣнія и продолжаютъ образовываться въ наши дни. Слѣдовательно, это — образованіе послѣдняго времени, которое обнимаетъ весь длящійся тысячелѣтія промежутокъ времени послѣ ледниковаго періода.

Въ большихъ торфяныхъ болотахъ Европейской Россіи, Германской низменности и другихъ областей Европы изъ тлѣющихъ массъ торфяныхъ мховъ образуется торфъ. Торфъ — новѣйшій изъ всѣхъ углей.

Во многихъ источникахъ прѣсной воды отлагается известковый туфъ. Если вытекающая изъ земли вода содержитъ большія количества растворенной извести, то она выдѣляетъ ее, какъ скоро потеряетъ на воздухѣ свою углекислоту. Известь отлагается частью на днѣ источника, частью на водныхъ растеніяхъ, на тростникѣ и т. д. Впослѣдствіи, когда растенія сгниваютъ, то въ известковомъ туфѣ на ихъ мѣстѣ остается пустота, на внутреннихъ стѣнкахъ которой въ точности отпечатались поверхности растеній.

На всей землѣ въ настоящее время происходятъ тѣ же процессы, которые происходили и въ болѣе раннія періоды исторіи земли: образованіе дюнъ, возведеніе рифовыхъ построекъ, вулканическія изверженія и т. д.

XII. Первобытный человѣкъ.

Когда впервые появился человѣкъ, неизвѣстно. Но въ отложеніяхъ дилювія и болѣе поздняго времени часто находятъ утварь, оружіе и т. д., т.-е. вещи, сдѣланныя рукой человѣка. Эти находки, въ противоположность окаменѣлостямъ, петрефактамъ, называются артефактами (ars = искусство, facere = дѣлать). Оружіе того времени сдѣлано изъ камня, поэтому это время называется каменнымъ вѣкомъ. По степени совершенства обработки оружія различаютъ древній каменный вѣкъ, или палеолитическій, и новый каменный вѣкъ, или неолитическій. Въ палеолитическій вѣкъ оружіе дѣлалось изъ осколковъ твердыхъ камней, въ неолитическій — изъ прочнаго шлифованнаго камня. Древній каменный вѣкъ падаетъ до и на эпоху второго оледенѣнія, новый каменный вѣкъ слѣдуетъ за послѣднимъ оледенѣніемъ.

Рис. 162. — Голова неандертальскаго человѣка.

Самые древніе первобытные люди были представителями такъ называемой „неандертальской“ расы (рис. 162). Они по строенію тѣла во многомъ отличались отъ нынѣ живущихъ людей. Они стояли ближе всего къ австралійцамъ. Черепъ у нихъ былъ плоскій; лобъ сильно покатый назадъ; подбородокъ срѣзанъ; надбровныя дуги, напротивъ, сильно выдавались впередъ; носъ былъ широкій и плоскій. Неандертальцы были невелики: ростъ ихъ равнялся $2^{1}/_{4}$ аршина. Они, правда, стояли прямо, но держались нѣсколько согнувшись. Неандертальская раса вымерла еще передъ концомъ дилювія, но на ряду съ ней существовала другая тоже вымершая раса, которая по сложенію тѣла и росту мало отличалась отъ нынѣ живущихъ европейцевъ.

Въ палеолитическій вѣкъ человѣкъ носилъ, большей частью зимой, одежду изъ звѣриныхъ шкуръ — пещернаго медвѣдя, зубра, а также дикихъ лошадей и т. д. Куски мѣха выкраивались кремневымъ ножомъ и сшивались, причемъ костянымъ шиломъ прокалывались дыры и сквозь нихъ пропускались тонкіе ремни. Въ неолитическій вѣкъ человѣкъ уже научился прясть и ткать шерсть. Онъ носилъ одежду изъ шерстяной матеріи.

На зарѣ своего существованія человѣкъ любилъ раскрашивать свое тѣло. Для этого онъ употреблялъ красную желѣзную охру *), которую онъ случайно находилъ; онъ растиралъ ее и смѣшивалъ съ оленьимъ жиромъ.

Жилище свое въ палеолитическій вѣкъ человѣкъ устраивалъ въ пещерахъ. Но такъ какъ въ пещерахъ часто селились пещерные медвѣди, то человѣкъ нерѣдко вступалъ съ ними въ ожесточенную борьбу за обладаніе жилищемъ.

Часто побѣдителемъ оставался медвѣдь, потому что человѣкъ со своимъ первобытнымъ оружіемъ не всегда могъ справиться съ сильнымъ противникомъ. Но какой бы исходъ ни имѣлъ бой, онъ кончался тѣмъ, что побѣдитель съѣдалъ побѣжденнаго.

Устройство пещеры было просто: нѣсколько камней служили очагомъ, а звѣриныя шкуры, брошенныя въ углу, составляли постель.

Значительно лучше были жилища въ неолитическій вѣкъ. Человѣкъ возводилъ тогда свайныя постройки. Въ дно озера вблизи берега вбивались ряды заостренныхъ свай. На нихъ укрѣплялся помостъ изъ бревенъ. Щели между бревнами выполнялись плотно утоптанной глиной. На такомъ помостѣ устраивалась хижина, большей частью квадратной формы, въ 8—14 аршинъ длины. Стѣны и крыша сплетались изъ вѣтвей и смазывались густымъ слоемъ глины. Среди хижины устраивался изъ камней очагъ для огня. Постель состояла изъ цыновокъ. Съ берегомъ хижина соединялась узкимъ мостикомъ.

Иногда на большомъ помостѣ воздвигали нѣсколько хижинъ и такимъ образомъ строили цѣлыя свайныя деревни (рис. 163).

Пищей человѣку въ палеолитическій вѣкъ служило мясо

---

*) Желѣзный блескъ или окись желѣза встрѣчается иногда не въ кристаллическомъ видѣ, а въ землистомъ, въ видѣ такъ называемой красной желѣзной охры, обыкновенно, съ примѣсью глины. Желѣзная охра кроваво-краснаго цвѣта. *Прим. пер.*

животныхъ, убитыхъ на охотѣ. Мясо съѣдалось или сырымъ, или поджареннымъ. Поджаривать мясо человѣкъ скоро научился послѣ того, какъ познакомился съ огнемъ. Какъ зажигался огонь,—неизвѣстно: или куски дерева терли другъ о

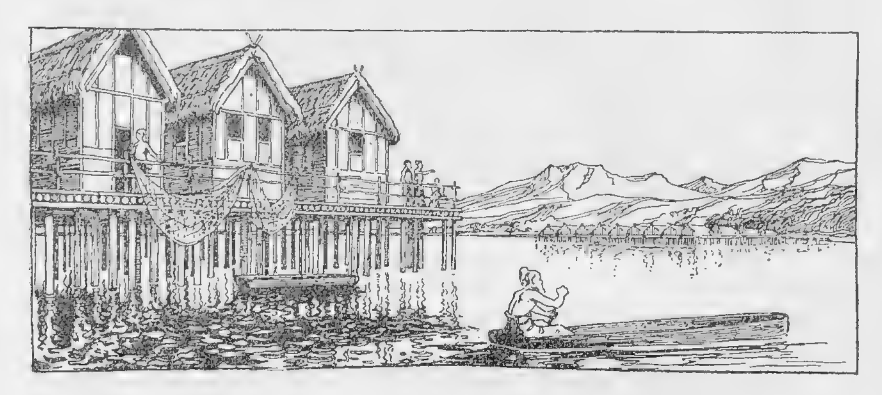


Рис. 163. — Свайная деревня.

друга, или куски желѣзнаго колчедана (сѣрнистаго желѣза) ударялись о кремень и искры улавливались легко загорающимся веществомъ.

Вначалѣ, вѣроятно, только случайно удавалось получить огонь, и тогда его постоянно поддерживали.

Съ добытыхъ на охотѣ животныхъ (кабана, сѣвернаго оленя, медвѣдя, дикаго быка) снимали шкуры при помощи кремневыхъ ножей и костяныхъ скребковъ. Мясо разнималось на части особымъ рѣзакомъ, сдѣланнымъ изъ половины нижней челюсти медвѣдя (рис. 164), у которой сочленовный конецъ такъ былъ обдѣланъ, что изъ него получалась удобная рукоятка, лезвеемъ же служилъ острый клыкъ. Отрѣзанные куски мяса жарились на огнѣ. Съ костей остатки мяса счищались кремневыми скребками, послѣ чего человѣкъ добирался до любимаго лакомства—костнаго мозга. Изъ разбитыхъ костей мозгъ обыкновенно высасывался.

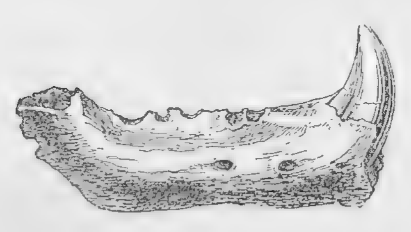


Рис. 164. Рѣзакъ, сдѣланный изъ челюсти медвѣдя.

Въ неолитическій вѣкъ человѣкъ уже не такъ зависѣлъ отъ охоты: онъ уже обзавелся домашними животными: коровой,

козой и овцой. У него всегда было молоко и мясо, несмотря на неудачную охоту.

Въ это время человѣкъ научился ловить рыбу и употреблять въ пищу жареныхъ рыбъ. На морскомъ берегу онъ собиралъ и ѣлъ двустворчатыхъ моллюсковъ. Во многихъ мѣстахъ Даніи и кое-гдѣ въ сѣверной Германіи находятъ громадныя кучи раковинъ двустворчатыхъ моллюсковъ и другихъ остатковъ пищи. Это—„кухонные остатки“ неолитическаго человѣка. Эти остатки насъ прекрасно знакомятъ съ богатымъ выборомъ пищевыхъ веществъ человѣка того временн. Изъ двустворчатыхъ моллюсковъ человѣкъ чаще всего ѣлъ: устрицу, съѣдобный сердцевикъ (Cardium edule) и обыкновенную съѣдобную ракушку (Mytilus edulis); изъ рыбъ: сельдь, камбалу (Pleuronectes), треску (Gadus morrhua) и угря; изъ птицъ: дикую утку, дикаго гуся, лебедя и чайку; изъ млекопитающихъ: оленя, лань и кабана.

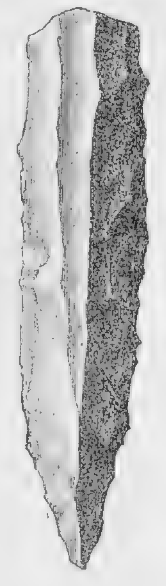


Рис. 165. Кремневый скребокъ.

Однако у человѣка была уже другая новая пища—хлѣбъ. Жители свайныхъ построекъ вблизи своихъ хижинъ воздѣлывали хлѣба: пшеницу и ячмень. Зерна перетирались въ ручной мельницѣ, состоявшей изъ плоскаго камня съ углубленіемъ по срединѣ и другого круглаго камня. Въ углубленіе всыпали зерна и растирали ихъ круглымъ камнемъ, пока не получалась мука. Изъ муки дѣлалось тѣсто на водѣ или на молокѣ; его клали на камни, предварительно сильно нагрѣтые, и пекли такимъ образомъ хлѣбъ.

Оружіе въ палеолитическій вѣкъ было въ высшей степени просто. Оно состояло изъ осколковъ твердыхъ камней, которые человѣкъ легко получалъ откалываніемъ; осколки всегда имѣли острые края. Кремни, повсюду находимые въ ледниковыхъ отложеніяхъ, доставляли очень пригодный матеріалъ. Гдѣ не было кремней, тамъ человѣкъ пользовался кварцитомъ, порфиромъ и т. д. Кремневые ножи и скребки (рис. 165) имѣли по большей части одну и ту же форму. Они были ограничены широкой нижней поверхностью, болѣе узкой верхней и двумя косыми боковыми, такъ что въ разрѣзѣ они представляли трапецію. Къ нимъ крѣпко привязывалась ручка при помощи скрученныхъ и высушенныхъ кишекъ (струнъ); ручка дѣлалась изъ оленьяго рога.

На ряду съ каменнымъ оружіемъ человѣкъ пользовался и костянымъ, дѣлая его изъ разбитыхъ трубчатыхъ костей, остро отточенныхъ по краямъ.

Въ неолитическій вѣкъ для приготовленія оружія человѣкъ пользовался не хрупкимъ кремнемъ, а твердыми неломкими камнями. Эти камни не давали при ударѣ осколковъ съ острыми камнями, поэтому нужно было ихъ отшлифовать. Это были: габбро и рогово-обманковыя породы, между ними нефритъ, который, повидимому, очень цѣнился. Нефритъ—очень плотный просвѣчивающій камень чернаго или черновато-зеленаго цвѣта. Осколки камня терли на плитахъ песчаника, подсыпая мокрый песокъ, пока осколки не дѣлались гладкими и острыми. Обточенный камень вставлялся въ развилину вѣтки, образованную сукомъ, или оленьяго рога и крѣпко привязывался ремнями. Такимъ образомъ получался топоръ.

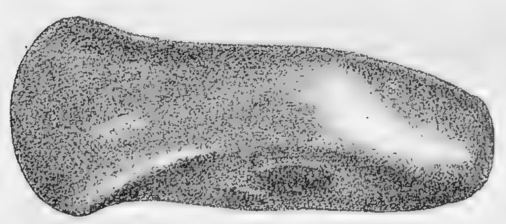


Рис. 166.—Нефритовый отшлифованный топоръ съ отверстіемъ.

Позднѣе человѣкъ научился сверлить въ каменныхъ топорахъ отверстіе, въ которое крѣпко вклинивалось топорище, какъ у нашихъ топоровъ (рис. 166). Однако вмѣстѣ со шлифованнымъ оружіемъ еще долгое время было въ употребленіи первобытное оружіе изъ осколковъ кремня.

Занятія первобытнаго человѣка состояли въ охотѣ, рыболовствѣ и домашнихъ работахъ. Охота доставляла много затрудненій. Животныя были большія и сильныя, такъ что человѣкъ со своимъ первобытнымъ оружіемъ рѣдко отваживался на бой. Онъ выкапывалъ большія ямы, въ которыя попадали звѣри, и убивалъ ихъ камнями. Животныхъ средней величины онъ цѣликомъ уносилъ въ свое жилище, а отъ крупныхъ бралъ только голову и ноги.

Только въ неолитическій вѣкъ человѣкъ научился ловить рыбу, для чего пользовался сѣтями и челноками. Челнокъ представлялъ изъ себя выдолбленный древесный стволъ. Дерево срубалось каменнымъ топоромъ. При выдалбливаніи кромѣ топора пользовались и огнемъ. Сначала топоромъ частью вынимались, частью разрыхлялись длинныя щепы. Разрыхленная часть ствола выжигалась огнемъ. Такъ продолжалось попере-

мѣнно до тѣхъ поръ, пока выдалбливаемое углубленіе не достигало желаемыхъ размѣровъ.

Домашнія работы состояли въ приготовленіи обѣда, т.-е. въ жареніи мяса, печеніи хлѣба, въ приготовленіи одежды, оружія, плетеніи сѣтей и т. д.

Рис. 167. — Урны.

Къ художественнымъ произведеніямъ первобытнаго человѣка относится приготовленіе глиняной посуды, горшковъ или урнъ (рис. 167). Вѣроятно, случайно человѣкъ научился обжиганію глины, можетъ быть потому, что зажегъ огонь на глинистой почвѣ и затѣмъ замѣтилъ затвердѣніе на этомъ мѣстѣ глины. Разминая и перемѣшивая глину съ пескомъ, человѣкъ

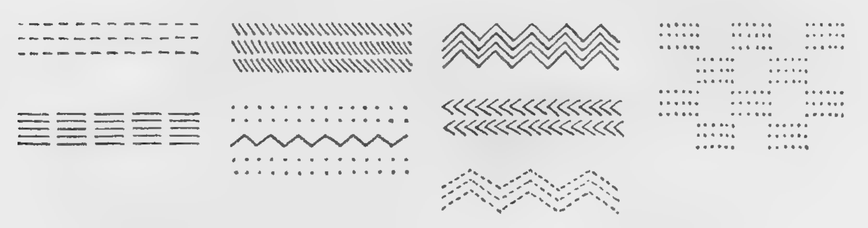


Рис. 168. — Украшенія на посудѣ изъ неолитическаго вѣка.

придавалъ ей затѣмъ форму сосуда и обжигалъ на огнѣ. Сначала форму посудѣ онъ придавалъ исключительно однѣми руками, отчего посуда была неуклюжа, но позже онъ сталъ пользоваться вращающимся гончарнымъ кругомъ, въ родѣ того, какой и теперь еще употребляютъ гончары. Посуда украшалась

человѣкомъ. Вначалѣ украшенія были просты,—они состояли изъ углубленій, расположенныхъ рядами; но позднѣе на стѣн-

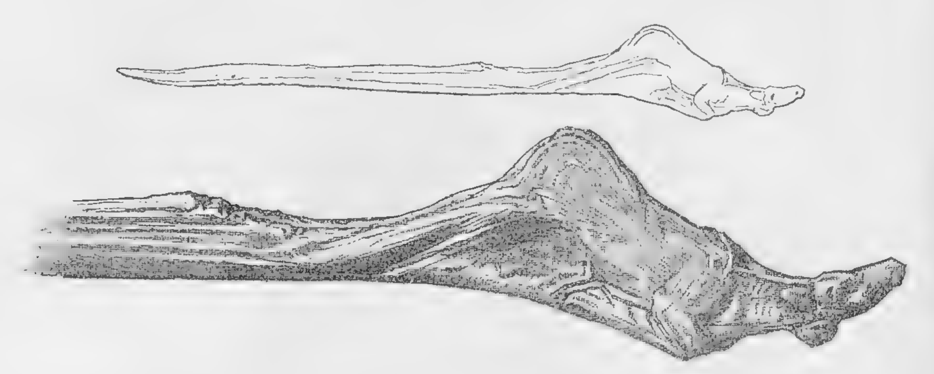


Рис. 169. — Рѣзной кинжалъ изъ рога сѣвернаго оленя.

кахъ горшка или урны выцарапывались штрихи и вдавливались точки, такъ что получался изящный рисунокъ (рис. 168).

Извѣстны и другіе образцы первобытнаго искусства. Стѣны многихъ пещеръ покрыты изображеніями животныхъ. Найдены также кости, на поверхности которыхъ выцарапаны рисунки. Извѣстны даже разныя работы на кости (рис. 169).

Рис. 170. — Дольменъ въ Люнебургской пустоши.

О погребеніи мертвыхъ древняго каменнаго вѣка извѣстно немного. Мертвыхъ или сжигали и клали ихъ пепелъ въ урны,

или же хоронили въ каменныхъ гробницахъ, въ дольменахъ и каменныхъ гробахъ. Дольменъ (рис. 170) представляетъ собою свободно стоящую гробницу, стѣны которой дѣлались изъ необтесанныхъ камней, а крышей служила большая каменная глыба. Названіе „дольменъ" означало „каменный столъ". Каменные гроба представляли плоскія ямы, стѣны которыхъ дѣлались изъ каменныхъ плитъ; такой же плитой они закрывались сверху. Въ такомъ каменномъ гробу трупъ сначала погребался въ сидячемъ положеніи, позднѣе же трупы хоронили въ лежачемъ положеніи, но съ согнутыми ногами (рис. 171).

Рис. 171. — Положеніе трупа въ каменномъ гробу.

Къ каменному вѣку примыкаетъ металлическій вѣкъ, который подраздѣляютъ по наиболѣе употреблявшимся металламъ на бронзовый и желѣзный вѣка. Между ними лежитъ переходное время, такъ называемый гальштаттскій періодъ. Металлическимъ временемъ кончается доисторическій вѣкъ и начинается историческій.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

1. Образованіе ваттъ *).

Образованіе маршей **) безпрерывно продолжается благодаря тому, что ежедневные приливы отлагаютъ у мелкихъ береговъ тонкій слой шлика, или маршевой глины. Къ глинистой почвѣ шликъ легко пристаетъ, но если почва песчаная, то этого не происходитъ, такъ какъ крупинки песка при наступающемъ отливѣ увлекаются водой и легко отдаютъ приставшую къ нимъ глину.

Ежедневный приростъ марша весьма различенъ, но въ общемъ онъ невеликъ. Въ однихъ мѣстахъ въ полстолѣтія приростъ марша достигаетъ всего одного фута, въ другихъ, напротивъ, такое повышеніе почвы происходитъ въ 6—8 лѣтъ.

Періодичность этого образованія, зависящаго отъ правильной смѣны приливовъ и отливовъ, должна выразиться въ извѣстнаго рода слоистости, такъ какъ отложенная приливомъ глина во время отлива пріобрѣтаетъ нѣкоторую твердость, а новый приливъ, покрывающій почву въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ, отлагаетъ сначала болѣе крупныя и лишь затѣмъ мелкія частицы принесеннаго матеріала. На отложенной массѣ отражается также разница между осенними и зимними приливами, съ одной стороны, и лѣтними—съ другой, потому что болѣе сильный осенній приливъ приноситъ съ собой болѣе крупный матеріалъ. Простое вычисленіе показываетъ, что тотъ слой, которому понадобилось цѣлыхъ 50 лѣтъ, чтобы вырасти на одинъ футъ, образовался изъ 35.000 періодическихъ наносовъ матеріала, слой же, выросшій на одинъ футъ въ 8 лѣтъ, потребовалъ для своего образованія приблизительно 6000 прили-

---

*) Ваттами называются въ Даніи (а также въ Германіи, Голландіи и Бельгіи) берега мелкаго моря.

**) Маршами называются плодородныя наносныя равнины, лежащія на уровнѣ моря, въ Бельгіи, Голландіи, Даніи и сѣверной Германіи.

Прим. пер.

вовъ. Такимъ образомъ слой толщиною въ футъ состоитъ изъ 35.000 (или 6.000) тонкихъ слоевъ.

„Я выбралъ, говоритъ Форьхгаммеръ, изучавшій природу шликовыхъ отложеній, мѣсто на восточной сторонѣ острова Сильтъ, гдѣ происходитъ правильный приносъ ила приливомъ. Здѣсь я велѣлъ выкопать одинъ кубическій футъ маршевой земли. Эту землю я высушилъ на воздухѣ въ теченіе года, а затѣмъ прокаливалъ ее въ тиглѣ.

Глина, образовавшаяся вышеописаннымъ образомъ, черна, какъ углистый сланецъ. Въ ней я легко обнаружилъ совершенную слоистость, и бѣлые листочки слюды, которые только теперь стали видны, ясно указывали плоскости наслоенія. Сверхъ того, на плоскостяхъ лежали маленькіе сильно блестящіе кусочки угля, такъ что вся масса производила впечатлѣніе углистаго сланца. Листочки слюды представляютъ послѣдній верхній осадокъ, отлагаемый каждымъ приливомъ. Когда листочки опускаются на дно, то они ложатся горизонтально и такимъ образомъ обозначаютъ слой, образованный однимъ приливомъ.

Изрѣдка въ этомъ сланцѣ попадается незначительный слой песка, отложенный, вѣроятно, во время осеннихъ бурь; иногда встрѣчается болѣе толстая прослойка глины, которая кажется неслоистой и, по всей вѣроятности, образуется во время ледоносныхъ приливовъ. Одинъ изъ такихъ приливовъ, бывшій 7 и 8 января 1839 г., оставилъ на мѣстѣ шликовый илъ въ 8 дюймовъ толщины. Дѣло обстояло такъ. Нижележащія ватты замерзли и покрылись льдомъ. Когда же съ большой силой надвинулся съ моря приливъ, достигшій значительной высоты, то онъ принесъ съ собою громадное количество пропитаннаго глиною льда, давшаго, когда онъ растаялъ, слой въ 8 д. толщины. Подобный ледоносный приливъ въ состояніи покрыть шликомъ даже песчаную почву и такимъ образомъ положить начало образованію марша и въ этомъ мѣстѣ“.

2. Береговыя дюны Даніи.

Если бы мы издали увидѣли на горизонтѣ систему дюнъ, то намъ казалось бы, что передъ нами находится цѣпь горъ, острыя зубчатыя формы которыхъ напоминаютъ скорѣе порфировый горный хребетъ, чѣмъ легко подвижное образованіе изъ песка, воздвигнутое вѣтромъ. Къ морю эти гряды высотъ падаютъ отвѣсно, а по направленію къ сушѣ онѣ спускаются

подъ угломъ въ 30°. Онѣ никогда не образуютъ цѣпей, равныхъ по высотѣ, но каждая слѣдующая цѣпь выше предыдущей и отдѣляется отъ нея болѣе или менѣе глубокой долиной. Если проникнуть внутрь системы дюнъ, то легко замѣтить двойное образованіе долинъ, а именно: продольныя долины, идущія параллельно берегу и раздѣляющія всю систему на нѣсколько параллельныхъ рядовъ, и поперечныя долины, разрѣзывающія цѣпь дюнъ на отдѣльные холмы. Какъ пустыненъ видъ такой мѣстности! Всюду вы окружены пескомъ, который малѣйшимъ вѣтеркомъ приводится въ движеніе; рѣдко видишь живое существо въ этой пустынѣ. На вершину дюны по временамъ садится кривокъ—куликъ сорока (Haematopus ostralegus) и съѣдаетъ свою добычу, морского червя или моллюска; заяцъ или изрѣдка кроликъ—вотъ единственные звѣрьки, которыхъ видишь, а медленно однообразный прибой волнъ составляетъ единственный звукъ, достигающій вашего слуха. Можно итти въ дюнахъ цѣлыя версты, и картина не измѣнится: не увидишь ни другихъ растеній, кромѣ берегового овса (Elymus arenarius) и нѣсколькихъ видовъ камышей (Scirpus) и ситниковъ (Juncus), растущихъ въ богатыхъ водою долинахъ дюнъ. Если подняться на дюну, то картина мѣняется и передъ вашимъ взоромъ открывается необъятное море со своими гребнями волнъ, надвигающихся на берегъ въ видѣ бѣлыхъ пѣнистыхъ валовъ. Но и море безжизненно. Лишь изрѣдка видны корабли вдали отъ негостепріимнаго берега, гдѣ на всемъ его протяженіи едва ли найдется удобная гавань.

Совсѣмъ иную картину представляетъ море, когда оно взволновано бурей. Вы едва въ силахъ устоять на ногахъ отъ сильныхъ порывовъ вѣтра, развѣ что дюна лежитъ у самаго берега и отвѣсно обрывается къ морю. Здѣсь почти совсѣмъ не чувствуешь вѣтра—явленіе, всюду повторяющееся: и на отвѣсныхъ берегахъ въ 200 футовъ вышины, и на крутыхъ, достигающихъ 2000 футовъ обрывахъ Фарерскихъ острововъ. Поэтому скотъ во время бури бѣжитъ всегда на край обрыва, чтобы защититься отъ вѣтра, и нерѣдко падаетъ съ него внизъ. Причина этого явленія состоитъ въ томъ, что вѣтеръ, ударяясь объ отвѣсную стѣну дюны, даетъ поднимающійся кверху воздушный потокъ, который переходитъ въ прежнее направленіе нѣсколько выше дюны, такъ что на вершинѣ ея наблюдатель не подвергается бурѣ. Буря приводитъ въ движеніе песокъ, который съ такой силой ударяетъ въ лицо, руки, шею, что нѣтъ возможности выносить болѣе продолжительное время боль. Вы со всѣхъ

сторонъ окружены густыми облаками пыли. Вдоль всего берега, какъ далеко хватаетъ глазъ, море образуетъ какъ бы рядъ водопадовъ, гдѣ волна, разбивающаяся объ одну изъ трехъ песчаныхъ отмелей, тянущихся вдоль ютландскаго берега, опрокидывается на высотѣ 14—16 футовъ и разсыпается въ пѣну—зрѣлище, съ которымъ по величію едва ли можетъ сравняться любой водопадъ земли. Бѣлые, какъ снѣгъ, клубы пѣны несутся, подобно стаямъ чаекъ, черезъ дюны далеко въ глубь побережья въ такомъ количествѣ, что вскорѣ ваше лицо, руки, платье покрываются солью. Трудно разговаривать подъ шумъ прибоя.

Прежде чѣмъ наступитъ буря, въ то время, когда воздухъ еще спокоенъ, слышенъ ударъ волнъ на разстояніи тридцати верстъ отъ берега. Населеніе знаетъ поэтому за много часовъ впередъ, что будетъ буря: въ водѣ движеніе идетъ быстрѣе, чѣмъ въ воздухѣ.

Высота дюнъ различна; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, отъ Листа, на о. Сильтъ, до Ніемендегаба, устья Рингкьёпингфіорда, достигаетъ ста футовъ—высоты, которая для дюнъ Листа весьма значительна, такъ какъ онѣ, начиная отъ берега моря, состоятъ только изъ летучаго песка. Синяя гора, къ сѣверу отъ Варде, достигающая высоты тоже ста футовъ, представляетъ собою дюну, покоящуюся на довольно высокомъ основаніи, на древней почвѣ изъ валунной глины. Къ сѣверу отъ Рингкьёпингфіорда высота дюнъ сильно убываетъ, и у Скагена она едва достигаетъ 30-ти футовъ.

Матеріалъ, изъ котораго вѣтеръ строитъ дюны, — песокъ, обыкновенный береговой песокъ, который (на этомъ берегу) принадлежитъ, повидимому, буроугольной формаціи. Нѣсколько южнѣе этотъ песокъ смѣшанъ съ листочками бѣлой слюды, принадлежащей той же формаціи. Это дало поводъ къ ошибочному утвержденію, что летучій песокъ отличается отъ всякаго другого песка тѣмъ, что состоитъ изъ маленькихъ листочковъ кварца. У Скагена, т.-е. въ сѣверной части, песокъ содержитъ много титанистаго желѣза и граната, происходящихъ тоже изъ буроугольной формаціи. Величина передвигаемыхъ вѣтромъ зеренъ песка зависитъ отъ силы вѣтра, но она значительнѣе всего тамъ, гдѣ дюна выше. На Листѣ 30 самыхъ крупныхъ зеренъ вѣсили 790 миллиграммовъ, въ то время какъ близъ Агера около Лимфіорда они вѣсили всего 200 миллиграммовъ.

Форма образующейся дюны отличается отъ формы разрушенной дюны. Образующаяся дюна имѣетъ со стороны

господствующаго (образующаго ее) вѣтра, т.-е. съ запада или сѣверо-запада *), слабо наклоненную плоскость, причемъ уголъ наклона колеблется между 5° и 10°. Только тамъ, гдѣ, опираясь на старую, разрушенную дюну, закладывается новая, встрѣчаются бо́льшіе углы; но это составляетъ исключеніе. Въ направленіи, противоположномъ господствующему вѣтру, дюна образуетъ значительно бо́льшій уголъ, который остается неизмѣннымъ: онъ въ точности равенъ 30°. Однако тамъ, гдѣ дюна образуется не свободно, гдѣ она стѣснена сосѣдними дюнами, уголъ достигаетъ 40°, что, впрочемъ, составляетъ исключеніе.

Для того, чтобы объяснить это постоянство внутренняго угла дюны, слѣдуетъ обратить вниманіе, какъ именно образуется дюна. Она растетъ на внутренней сторонѣ. Песокъ взбѣгаетъ вверхъ по слабо наклонной плоскости и, какъ только достигнетъ вершины, падаетъ по ту стороны дюны. Такъ какъ здѣсь песокъ защищенъ отъ вѣтра, то на уголъ, подъ которымъ ложится песокъ, имѣетъ вліяніе только одно условіе, именно: величина и форма зеренъ песка. На сторонѣ же, обращенной къ вѣтру, уголъ опредѣляется не только подвѣшиваніемъ зеренъ песка другъ къ другу, но и тѣмъ, что вѣтеръ стремится здѣсь распредѣлить зерна песка по всей поверхности дюны, а такъ какъ сторона, обращенная къ вѣтру, зависитъ отъ его силы, отъ случайной защиты у береговъ и тому подобныхъ условій, то отсюда происходитъ и разный уголъ наклона. Поразительно, что растительный покровъ дюны въ общемъ мало вліяетъ на углы, которые, въ сущности, опредѣляются только падающимъ пескомъ. Такимъ образомъ у неразрушенной дюны не встрѣчаются углы больше приведенныхъ. Напротивъ, если дюна разрушается, то обнаруживаются другія условія, весьма различныя, смотря по тому, разрушаетъ ли дюну море или вѣтеръ.

Тамъ, гдѣ морской прибой отрываетъ землю отъ берега, яснѣе всего замѣтны разрушенныя дюны. Такъ, на островѣ Сильтъ, гдѣ не только вѣтеръ сильнѣе всего, но и волны въ теченіе многихъ столѣтій дѣлаютъ натискъ на берегъ, когда при высокихъ приливахъ ударъ волны достигаетъ подошвы дюны, онъ подрываетъ песокъ и дюна срѣзается отвѣсно. Она въ такомъ видѣ можетъ сохраняться долгое время, такъ какъ песокъ скрѣпляется сѣтью корней растущихъ на немъ растеній. Поэтому рѣзко выраженныя формы дюны всегда обращены къ морю.

*) На западномъ берегу Даніи. *Прим. пер.*

Если дюну разрушаетъ вѣтеръ, то возникаютъ нѣкоторыя своеобразныя условія, зависящія отъ внутренняго строенія дюны. Именно, каждая дюна слоиста и притомъ такъ, что она имѣетъ одну плоскость наслоенія, наклоненную къ вѣтру подъ угломъ въ 5°, а вторая плоскость наслоенія падаетъ подъ угломъ въ 30° *). Наслоеніе проявляется въ смѣнѣ мелкихъ и крупныхъ песчаныхъ зеренъ, отложеніе которыхъ опредѣляется различной силой вѣтра. Такъ какъ дюна растетъ съ внутренней стороны, то это составляетъ господствующее наслоеніе, которое, однако, претерпѣваетъ различныя видоизмѣненія. Когда дуетъ слабый вѣтеръ, безразлично, въ какомъ направленіи, то дюна бороздится, и поверхность ея становится слабо-волнистой. Интересно, что каждое маленькое волнистое возвышеніе, подымающееся едва на одинъ дюймъ, образовано бѣлымъ кварцевымъ пескомъ, а каждая ложбина состоитъ изъ чернаго титанистаго желѣза, отчего еще рѣзче выдѣляется строеніе поверхности. Такое соотношеніе составныхъ частей дюннаго матеріала особенно ясно выражено въ сѣверной части Ютландіи. Борозды, произведенныя вѣтромъ на поверхности песчаныхъ образованій, весьма похожи на волноприбойные знаки, оставляемые набѣгающими по временамъ на песчаный берегъ волнами. Сходство такъ громадно, что, несмотря на величайшее вниманіе, невозможно найти никакой разницы между ними.

3. Коралловые рифы въ Красномъ морѣ.

„Наиболѣе важную роль среди новѣйшихъ морскихъ образованій играютъ коралловые рифы, которые мнѣ удалось наблюдать,— говоритъ Фраасъ,—у Хаджиръ-Эль-Ма, къ сѣверу отъ Тора, и на африканскомъ берегу Краснаго моря за Коссеиромъ, въ Амбаго, а также и тѣ рифы, которые на разстояніи нѣсколькихъ дней пути тянутся вдоль берега моря. Прежде чѣмъ изучать коралловые рифы, я рѣшилъ обратить вниманіе на современные, которые предстали здѣсь передо мною во всей своей красотѣ.

Вдоль всѣхъ береговъ Краснаго моря тянется широкой полосой, достигающей нѣсколькихъ сотъ шаговъ, коралловая отмель, образованная преимущественно мадрепоровыми (ку-

*) Сравните перекрестное наслоеніе, о которомъ говорилось въ текстѣ „Земной коры".

стистыми) кораллами, альціонаріями (восьмищупальцевыми кораллами), миллепорами и астреями (звѣздчатыми кораллами). Возлѣ этой отмели, или рифа, изъ года въ годъ бушуетъ прибой, отъ котораго держится вдали каждая лодка. Съ сосѣдней высоты, какъ, напр., съ Атака, легко узнать рифъ по его свѣтло-зеленому цвѣту воды, которая окаймлена отдаленной серебристой полосой прибоя и которая рѣзко отличается отъ темно-голубой съ фіолетовымъ оттѣнкомъ воды остального моря. Однако, гдѣ въ море впадаетъ потокъ прѣсной воды, текущій обыкновенно всего нѣсколько часовъ въ году, а въ болѣе раннія времена бывшій, можетъ быть, постояннымъ, тамъ рифъ прерывается, оставляя проходъ всего въ какихъ - нибудь пять саженей (а иногда значительно большій—въ 40—50 саж.). Такой проходъ представляетъ для хрупкой туземной лодки спокойное убѣжище отъ чрезвычайно жестокихъ бурь, часто разъигрывающихся на этомъ узкомъ внутреннемъ морѣ. Туземный морякъ хорошо знаетъ всѣ проходы въ рифѣ, которые во время отлива можно обойти съ суши, правда, ступая по неглубокой водѣ, но безъ значительныхъ затрудненій. Я посѣщалъ рифъ въ Эль-Торѣ и за Коссеиромъ. Ширина рифа различна и достигаетъ нѣсколькихъ сотъ шаговъ. На всемъ пространствѣ рифа вы не встрѣтите живыхъ коралловъ, и только у края его, гдѣ онъ ниспадаетъ въ сторону открытаго моря, можно наблюдать удивительную жизнь коралловыхъ колоній. Вода настолько чиста и прозрачна, что кажется, вотъ-вотъ достанешь ихъ рукою, но на самомъ дѣлѣ разстояніе до нихъ равняется 2—3 саженямъ. Рифъ на всей ширинѣ его отъ берега до края можно сравнить съ плитой известняка, на шероховатой поверхности которой не видно уже ни малѣйшаго слѣда коралловыхъ построекъ. Лишь отбивши молоткомъ кусокъ известняка, можно увидѣть коралловое строеніе скалистаго рифа.

Но какъ кипитъ жизнь на этомъ рифѣ! Нѣтъ ни одного мѣста величиной хотя бы съ ладонь, гдѣ бы не было движенія то мѣрнаго, то порывистаго. Ракообразныя и кольчатые черви, моллюски и морскія лиліи ведутъ бокъ-о-бокъ свою тихую жизнь. Какъ ни кажется новымъ для европейца видъ подобнаго южнаго кораллового рифа, но для геолога, спеціально изучавшаго юрскій періодъ, онъ въ извѣстной мѣрѣ знакомъ. Мнѣ, дѣйствительно, часто казалось, что я стою на бѣлой юрской скалѣ у Нересгейма или Наттгейма, — такъ поразительно схоже общее впечатлѣніе, производимое юрскимъ и современнымъ рифомъ! Различные виды животныхъ, оживляю-

щихъ рифъ, встрѣчаются такими массами, что значенiе отдѣльной особи не больше значенiя одной песчинки или капли воды. Количество особей тѣмъ болѣе бросается въ глаза, что нѣкоторые виды всегда живутъ уединенно и имѣютъ свои жизненныя области, которыя они не покидаютъ и которыя, какъ кажется, никѣмъ у нихъ не оспариваются.

Вотъ мы отошли на 150—200 шаговъ отъ берега, слѣдуя за отливомъ, и вступили въ область балановъ *), хамы **) и устрицъ. Постоянное мѣстопребыванiе этихъ животныхъ расположено такъ, что они даже во время самой низкой воды все-таки окачиваются прибойной волной. Особенно много сидитъ ихъ вокругъ „колодцевъ“, какъ я называю отверстiя у края рифа, сообщающiяся съ моремъ каналами. Черезъ эти ходы въ рифѣ волнуется вода, и какъ только въ открытомъ морѣ поднимается волна и съ шумомъ разбивается о рифъ, въ это самое мгновенiе изъ отверстiя бьетъ во всю ширину его фонтанъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣтъ такихъ бьющихъ ключей или когда нѣтъ постояннаго окачиванiя прибойной волной поверхности рифа, мы въ лужицахъ рифа можемъ найти большого крылатика (Strombus, tricornis ***) съ его смѣшнымъ бѣгомъ и прыжками, съ бурой эластической туфлей на ногѣ и живыми, блестящими глазами.

Теперь мы достигли края рифа. Здѣсь ужъ наблюдателю становится не по себѣ: передъ нимъ отвѣсный обрывъ, уходящiй въ темно-синюю глубину; наблюдатель боязливо отступаетъ предъ разбивающейся волной, грозно доходящей до самаго края, какъ будто она хочетъ увлечь дерзкаго чужеземца съ собой въ глубину. Здѣсь на краю сидятъ гигантскiя голотурiи (морскiе огурцы) ****) и актинiи (морскiя анемоны), а между вѣтвей мадрепоръ помѣстилась гигантская двустворчатая тридакна (Tridacna gigas). Скала, которая до этого мѣста является отмершей, какъ будто вся оживаетъ. Какъ далеко ни проникаетъ въ глубину взоръ, всюду видно, какъ, двигаясь, играютъ щупальца безчисленныхъ коралловъ, мерцая въ вѣчно прозрачной водѣ“.

*) Баланы (Balanus), или морскiе жолуди, — усоногiе рачки, ведущiе неподвижный, сидячiй образъ жизни. Тѣло ихъ покрыто твердой раковиной, состоящей изъ нѣсколькихъ частей.

**) Двустворчатый моллюскъ, напоминающiй устрицу.

***) Брюхоногiй моллюскъ.

****) Морскiя животныя, принадлежащiя къ типу иглокожихъ.

Прим. пер.

4. Сѣверо-американское лѣсное болото.

У сѣверной границы Сѣверной Каролины простирается огромное болото — Грэтъ-Десмэль-Свомпъ (Great Dismal Swamp: great = большой; dismal=темный, страшный; swamp = болото). Оно образовано толстымъ (до 25 фут.) слоемъ черной иловатой гніющей субстанціи, на которой тамъ, гдѣ она не покрыта глубокой водой, поднимаются могучія папоротниковыя и тростниковыя заросли до 10—15 футовъ вышиной, а между ними различные виды дубовъ и ивъ. Ручьи и рѣчки широко разливаютъ свои воды въ этомъ болотѣ. Жгучее солнце этой страны и влажная атмосфера благопріятствуютъ пышной растительности, которую заглушаетъ подрастающая молодая поросль. Отмирающія растенія падаютъ и увеличиваютъ быстро нарастающій слой тлѣющихъ растительныхъ остатковъ.

Это громадное болото лежитъ на западѣ отъ Норфолька и оттуда простирается въ юго-западномъ направленіи, занимая все пространство между поросшей соснами полосой и краемъ лагуны. Эта лагуна принадлежитъ къ такъ называемымъ „верхнимъ" лагунамъ, къ которымъ никогда не проникаетъ морская вода. Она представляетъ собою каменноугольный бассейнъ въ эмбріональномъ состояніи. Почва верхнихъ лагунъ сплошь состоитъ изъ торфа, лежащаго весьма толстымъ слоемъ.

Десмэль-Свомпъ, какъ и подобныя ему болота, прорѣзанъ глубокими каналами, стѣнки которыхъ состоятъ также изъ сплошного торфа. Впрочемъ, ничего другого трудно было бы и ждать, такъ какъ вся растительность свойственна торфяному болоту и состоитъ изъ сфагнума (торфяного мха) различныхъ видовъ: здѣсь встрѣчаются и европейскіе виды и нѣсколько другихъ, свойственныхъ Сѣверной Америкѣ. Часто встрѣчаются тростники, достигающіе 8—12 футовъ вышины. Они растутъ такъ густо, что сквозь нихъ приходится прокладывать путь съ топоромъ въ рукѣ. Кромѣ того, здѣсь встрѣчаются кусты андромеды *), смилаксы **) и виноградная лоза; надъ ними возвышается сводъ великолѣпныхъ деревьевъ, именно, тюльпановыхъ и магнолій, достигающихъ высоты

*) Растеніе, родственное болотному вереску.
**) Смилаксъ принадлежитъ къ семейству лилейныхъ.

Прим. пер.

100—150 футовъ; клены, нѣкоторыя хвойныя, а именно, можжевельники и сосны (Веймутова сосна, Pinus Strobus), а по краямъ великолѣпный болотный кипарисъ (Taxodium distichum) или „голый кипарисъ“ американцевъ. Озеро, лежащее среди болота въ 22 верстахъ отъ его края, носитъ красивое для ботаника имя Друммондова озера, но берега его еще красивѣе. Озеро въ окружности имѣетъ около $9^1/_2$ верстъ и кажется совершенно круглымъ. До него можно добраться только на челнокѣ, потому что если итти по мху, то при каждомъ шагѣ вода поднимается или, если хотите, опускаются деревья.

„Я нашелъ,—говоритъ Креднеръ,— болотный кипарисъ, отъ котораго надъ поверхностью мха осталась только одна крона. У нѣкоторыхъ другихъ кипарисовъ стволъ уже наполовину погрузился въ воду. Когда я достигъ озера, то передо мной открылся прелестный видъ, правда, нѣсколько однообразный; но здѣсь именно однообразіе береговъ имѣетъ нѣчто привлекательное, такъ какъ оно гармонируетъ со всей окружающей природой“.

Глубина озера нигдѣ не превышаетъ 15 футовъ; дно его покрыто свалившимися деревьями. Но откуда же берутся эти деревья? Здѣсь нѣтъ ни единой рѣчки, впадающей въ это озеро; кромѣ того, оно не имѣетъ никакого другого стока, кромѣ канала со шлюзомъ. Уровень озера не подвергается никакимъ измѣненіямъ, и тѣмъ не менѣе едва ли можно сомнѣваться въ томъ, что озеро увеличивается. „Для меня, — говоритъ Креднеръ,— это явленіе не имѣетъ ничего необыкновеннаго. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ однимъ изъ тѣхъ озерныхъ образованій торфа, которыя встрѣчаются въ большихъ болотахъ южной Швеціи и Даніи. Какъ только покровъ, застилающій подземное озеро, сдѣлается слишкомъ тяжелымъ, онъ медленно и постепенно начинаетъ опускаться сначала въ срединѣ, а затѣмъ по краямъ. Для меня это явленіе было тѣмъ пріятнѣе, что вполнѣ подтвердило мой взглядъ на образованіе древнихъ торфяныхъ болотъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и на образованіе каменнаго угля.

5. Дѣйствіе солнечныхъ лучей въ Ливійской пустынѣ.

Проѣзжая по Ливійской пустынѣ, поражаешься массой острогранныхъ, большей частью маленькихъ кремневыхъ обломковъ темно-бураго цвѣта, разсѣянныхъ тамъ, гдѣ выступаетъ на поверхность горная порода, содержащая желваки кремня. Обра-

зованіе этихъ осколковъ легко объяснить. Тамъ и сямъ между осколками лежатъ крупные желваки кремня, величиной съ голову. Одни изъ нихъ пронизаны очень тонкими трещинами, другіе уже распались на различной величины куски, которые лежатъ здѣсь же другъ около друга, такъ что ихъ легко можно сложить въ одно цѣлое. Если распаденіе на болѣе мелкія части продолжается, то эти маленькіе острогранные кусочки подхватываются вѣтромъ и довольно равномѣрно распредѣляются по поверхности пустыни.

„Несмотря на большую сухость воздуха въ пустынѣ, мы, — говоритъ Іоганнъ Вальтеръ,—нѣсколько разъ наблюдали послѣ ясныхъ ночей, въ которыя термометръ опускался ниже нуля, такую сильную росу, что палатки наши и каменистая почва были совершенно мокры, какъ послѣ непродолжительнаго проливного дождя. Днемъ камни сильно накаляются отъ солнца, и этого періодически повторяющагося охлажденія и нагрѣванія, вмѣстѣ съ сопряженными съ ними сжатіемъ и расширеніемъ, совершенно достаточно для образованія осколковъ кремня, такъ же какъ и для разрушенія горныхъ породъ. Отсюда происходитъ извѣстная подъ именемъ „хаммады“ широко распространенная форма пустыни“.

„Было раннее утро; солнце только что взошло, — говоритъ Фраасъ, наблюдавшій въ Египтѣ образованіе этихъ осколковъ кремня,—но уже начинало оказывать свое вліяніе на поверхность пустыни. Вдругъ у одного изъ лежавшихъ у самыхъ моихъ ногъ кремней отскочила круглая, діаметромъ съ полдюйма скорлупка, издавая при этомъ особый тонъ. Уже раньше въ пустынѣ Суэца и позднѣе на Нилѣ я сотни разъ видѣлъ лежавшіе кремни съ тонкими плоскими отскочившими скорлупками и убѣждался собственными глазами и ушами въ томъ, что это явленіе вызывалось солнцемъ. Въ 10 ч. утра, на солнцѣ температура достигала уже 26° R.; какъ стоялъ термометръ ночью, я не наблюдалъ, но сильно мерзъ, несмотря на плащъ и одѣяло“.

На западномъ берегу озера Ньяссы Ливингстонъ дѣлалъ подобныя же наблюденія. Онъ, правда, точно не обозначалъ камней, но слышалъ ночною порою, какъ они трескались, въ особенности, если днемъ были хорошо пригрѣты солнцемъ.

Точно такъ же и докторъ Вецштейнъ приписываетъ солнцу громадное разрушительное дѣйствіе. Онъ, будучи на востокъ отъ Дамаска, видѣлъ и слышалъ, какъ раскалывались раскаленные базальты при остываніи раннимъ утромъ.

6. Щебневая пустыня.

Путешествіе черезъ щебневую пустыню утомительно и неинтересно. Правда, не приходится опасаться песчаныхъ бурь хамсина, раскаленнаго жаркаго вѣтра пустыни; сухой кустарникъ для костра можно всюду найти, и даже водоносный подпочвенный слой часто близокъ къ поверхности. Но зато недостаетъ всего того, что дѣлаетъ продолжительное путешествіе интереснымъ и возбуждающимъ. До подножья хребта, виднѣющагося вдали на горизонтѣ, простирается нерасчлененная равнина. Сухіе кустарники, которые только послѣ дождя радуютъ взоръ своими цвѣтами, стоятъ на правильныхъ разстояніяхъ на каменистой почвѣ, поднимающейся и опускающейся пологими волнами, подобно дюннымъ волнамъ затихающей бури. Отъ времени до времени попадаются вырытые водой широкіе овраги съ крутыми стѣнками въ нѣсколько саженей вышины.

Верблюды съ трудомъ спускаются въ эту сухую долину и поднимаются на другой берегъ, чтобы опять мѣрнымъ шагомъ продолжать свой путь по монотонной равнинѣ. Подобно широкому щиту, возвышается здѣсь лишенная растительности щебневая пустыня, которая, быть можетъ, когда-нибудь раньше была выработана водою ливня, а затѣмъ опять сравнена и скруглена дѣйствіемъ вѣтра.

Бурые или почти черные окатанные камни лежатъ вперемежку, то разсѣянные по равнинѣ, то насыпанные густымъ слоемъ. Но бураго цвѣта только ихъ верхняя сторона, нижняя же окрашена свѣтлѣе и похожа на первоначальный цвѣтъ свѣжаго излома. Крупныя глыбы сплошь пронизаны широкими щелями; нѣкоторые камни показываютъ ясныя фасетки или гладкую поверхность, испещренную какъ бы слѣдами оспинъ.

Тамъ и здѣсь изъ моря обломковъ выдаются скалы: крошащіяся гранитныя скалы, окруженныя на значительномъ протяженіи пескомъ, обнаженныя порфировыя жилы, усѣивающія своими обломками щебневую поверхность.

Дѣйствіе текучей воды. „Въ продолженіе нѣсколькихъ дней,— говоритъ Вальтеръ,—ѣхалъ я межъ гранитныхъ скалъ Синайскаго полуострова, поражаясь все болѣе и болѣе фантастическими формами ихъ, произведенными сухимъ вывѣтриваніемъ и дефляціей (дѣйствіемъ вѣтра). Подъ вліяніемъ инсоляціи кра-

сивый гранитъ искрошился; у подножья скалъ—не разсортированный гранитный песокъ, въ то время какъ во всѣхъ лощинахъ и долинахъ лежалъ очищенный вѣтромъ бѣлый кварцевый песокъ, занесенный даже на вершины скалъ Кренъ-Утуда. Въ уади Хамебъ эти навѣянные пески сцементировались въ толстый слой песчаника мощностью до 5 саженъ. Тамъ, гдѣ горы образованы кристаллическими сланцами и порфирами, тамъ скалы были разсѣчены ущельями и расщелинами, и громадныя глыбовыя моря наполняли уади *). Въ уади Мбелъ меня застигла короткая гроза съ очень сильнымъ ливнемъ, который быстро наводнилъ сухую долину потокомъ въ нѣсколько футовъ глубиной и отогналъ моихъ бедуиновъ на болѣе возвышенныя ступени долины. Съ шумомъ и грохотомъ воды вынесли изъ долины на лежащую передъ ней равнину даже крупныя глыбы, и когда я на слѣдующее утро достигъ выхода изъ долины и продолжалъ свой путь по обширной щебневой пустынѣ, я на протяженіи нѣсколькихъ километровъ могъ прослѣдить область, пострадавшую отъ вчерашняго ливня. Глубокія вымоины были какъ бы вырѣзаны водою, покрытыя иломъ степныя травы вырваны и унесены водою, отчего образовались новыя обнаженія въ щебневой почвѣ.

Отъ подножья горъ равнина спускалась полосой, шириною верстъ въ 30, почти незамѣтнымъ склономъ до окаймленнаго коралловыми рифами берега Краснаго моря. По мѣрѣ того, какъ мы ѣхали по равнинѣ и изучали ея литологическое строеніе, видъ мѣстности постепенно измѣнялся. Выступающія у подножья горъ сухія дельты уади вытягивались длинными валами, а между ними тянулась поросшая зеленью долина, постепенно дѣлавшаяся все болѣе и болѣе плоской.

Отложенія щебневой пустыни въ Закаспійской области.

Станція „Джебель“ одиноко лежитъ среди песчаныхъ холмовъ въ широкихъ воротахъ между Большими и Малыми Балханами. На югъ отъ станціи разстилается дюнная область съ желтыми песчаными холмами, достигающими вышины 7—10 саженъ; на сѣверъ простирается ровная щебневая пустыня, незамѣтно поднимающаяся на протяженіи 20 верстъ до

---

*) Уади называется въ пустыняхъ Аравіи и Сахары сухое русло временныхъ водныхъ потоковъ. *Прим. пер.*

подножья Балханскаго плато, крупныя стѣны котораго достигаютъ 1635 метровъ высоты. Равнина довольно богато поросла сухимъ, высотою въ футъ, кустарникомъ; но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ встрѣчаются участки, совершенно лишенные растительности. Когда съ высоты верблюда вашъ взоръ обнимаетъ обширную щебневую пустыню, то вы сначала видите мрачную темно-бурую окраску засохшихъ кустовъ, а ужъ затѣмъ замѣчаете совершенно нерасчлененную ровную поверхность почвы. Заложенный мною близъ станціи шурфъ до глубины $1^1/_2$ саженъ обнаружилъ мелкій неслоистый песокъ; на глубинѣ $^1/_2$ аршина можно было замѣтить богатую глиной прослойку мощностью вершковъ въ семь.

Вскорѣ мелкозернистая песчаная почва замѣнилась крупнозернистой, содержащей щебень, почвой, на поверхности которой были разсѣяны въ большомъ количествѣ круглые, имѣющіе видъ плоскаго диска, или неправильно окатанные камни. Болѣе крупные окатанные камни образовывали вытянутыя въ длину поля, расположенныя между усѣянными мелкимъ щебнемъ участками, и эти послѣдніе особенно выдѣлялись бѣдностью растительности. Тамъ и сямъ попадались или песчаныя мѣста, или мы проѣзжали по сѣрой поверхности „такира“, покрытой многоугольными разрывами, вызванными сухостью воздуха. Но въ общемъ величина камней возрастала, и они попадались все въ большемъ и большемъ количествѣ, пока мы не достигли, наконецъ, высокой сухой дельты, примыкавшей къ широкой долинѣ. Окидывая взоромъ подножье крутой стѣны, я видѣлъ еще нѣсколько, хотя и меньшихъ, сухихъ дельтъ.

Послѣ короткаго отдыха у источника, вытекающаго изъ-подъ богатой белемнитами скалы, я проникъ на нѣкоторое разстояніе въ сухую долину, изъ которой выступала упомянутая глыбовая дельта. Перебираясь черезъ громадныя глыбы скалъ и мощныя скопленія обломковъ горныхъ породъ, я добрался до каньона, совершенно отвѣсныя стѣны котораго подымались на полверсты. Нѣсколько фиговыхъ деревьевъ укрыли меня отъ палящихъ лучей солнца, и великолѣпный видъ вдаль, на бѣлыя соленыя озера, являющіяся продолженіемъ въ щебневой пустынѣ Красноводскаго залива, вознаградилъ меня за трудную экскурсію. Мы осѣдлали нашихъ верблюдовъ и пустились въ обратный путь къ желѣзной дорогѣ. Рабочіе отводили воду источниковъ горной рѣки для водопровода, идущаго черезъ пустыню. По пути я нѣсколько разъ изслѣдовалъ старые во

доемы, глубиной въ $1^1/_2$—$2^1/_2$ сажени, выкопанные киргизами. Они мало даютъ воды, но представляютъ большое удобство для изученія строенія почвы.

При взглядѣ на стѣны водоема вспоминаешь строеніе моренъ, потому что несортированные угловатые или округленные камни, съ острогранными или сглаженными гранями, лежатъ въ песчаномъ мусорѣ; другія обнаженія показываютъ слоистыя песчаныя прослойки, но нигдѣ не видно глетчерныхъ шлифовъ или царапинъ. Шероховатыя, сильно обломанныя и покрытыя щербинами отъ ударовъ, лежатъ щебневыя массы, затащенныя сюда бурными потоками степного дождя.

Въ высшей степени поучительны обнаженія въ тянущихся на цѣлыя версты ямахъ для добыванія щебня, заложенныхъ между Асхабадомъ и на востокъ отъ перевала. Здѣсь на значительномъ разстояніи вырыта канава шириной въ 5—7 саж. и $1^1/_2$—2 саж. глубиной. Она великолѣпно обнаруживаетъ сложное строеніе щебневой залежи.

Мы видимъ рѣзкую противоположность между крупнозернистыми, лишенными слоистости отложеніями щебня и мелкослоистыми песками и лёссоподобными слоями глины. Часто эти три элемента слѣдуютъ другъ за другомъ въ совершенно правильной смѣнѣ.

Глинистый лёссоподобный слой, болѣе или менѣе ясно слоистый, толщиною въ $1^1/_2$ аршина, тѣсно примыкаетъ къ лежащимъ подъ нимъ пескамъ. Его верхняя поверхность неровна: здѣсь мы видимъ глубокія вырѣзки, борозды, ямы; мѣстами залегаютъ здѣсь известняки, а надъ всѣмъ этимъ покоится крупнозернистый несортированный обломочный матеріалъ. Этотъ матеріалъ переходитъ въ болѣе мелкій щебень, хрящъ и слои песка. Надъ всѣмъ этимъ лежитъ пластъ глины.

7. Песчаная пустыня.

Песчаная или дюнная пустыня, такъ называемый эргъ (множ. число арэгъ), рэмль или игиди арабовъ и туареговъ, представляетъ собою безотрадную и самую страшную изъ всѣхъ формъ пустыни, потому что здѣсь къ безплодію почвы присоединяется еще ея непостоянство. Чистый кварцевый песокъ свѣтло-желтаго цвѣта,—въ Алжирской же Сахарѣ содержащій большей частью гипсъ и окрашенный вслѣдствіе этого въ бѣловатые тона,—образуетъ матеріалъ для дюнъ.

Изъ ровнаго или слабо волнистаго песчанаго ковра выступаютъ на большемъ или меньшемъ разстоянiи другъ отъ друга группы неправильно расположенныхъ, но чаще вытянутыхъ параллельными цѣпями холмовъ. Какъ далеко ни хватаетъ взоръ, онъ ничего не видитъ, кромѣ песка; одно единственное необозримое песчаное море, изъ котораго вздымаются на 25 — 75 саженъ дюны, какъ окаменѣлыя волны. Тамъ, гдѣ дюны стоятъ вмѣстѣ, образуя запутанную цѣпь, тамъ путешественникъ оказывается заключеннымъ какъ бы въ громадномъ котлѣ, образованномъ крутыми склонами, и нужно все вниманiе опытнаго вожатаго, чтобы найти выходъ изъ этого лабиринта.

Въ песчаномъ морѣ Ливiйской пустыни дюны расположены большею частью цѣпями, которыя уже издали можно узнать по ихъ винно-желтому цвѣту и многоголовому профилю. Между ними лежатъ ровныя долины различной ширины, то покрытыя пескомъ, то обнаруживающiя твердое обнаженное скалистое дно.

На разстоянiи 1—2 верстъ возвышаются округлыя головы съ однимъ пологимъ склономъ, а съ другимъ (противоположнымъ) крутымъ. Обращенная къ вѣтру сторона возвышается постепенно; ея поверхность волниста; по направленiю къ вершинѣ наклонъ дѣлается круче, а вверху гребень остро, какъ бритва, обрѣзанъ. Сторона, закрытая отъ вѣтра, падаетъ подъ такимъ крутымъ угломъ, что вы принуждены идти цѣлые часы вдоль цѣпи дюнъ, чтобы найти углубленiе, которое позволило бы каравану перейти на другую сторону. Нѣтъ ничего тягостнѣе такого перехода: привязанные другъ къ другу верблюды, напрягая всѣ силы, съ трудомъ взбираются вверхъ по склону. Счастье еще, если песокъ немного затвердѣлъ и не разсыпается подъ ногой, и бѣдное животное находитъ твердую опору вмѣсто того, чтобы проваливаться съ каждымъ шагомъ. Но и тогда каравану, поднимающемуся зигзагообразно вверхъ, каждую минуту грозитъ опасность потерять равновѣсiе. Нужно съ боку подпирать верблюдовъ, чтобы ихъ не перетянулъ грузъ, который они несутъ, и чтобы они не скатились внизъ по склону. Близъ самаго гребня трудности почти непреодолимы; нерѣдко приходится разгружать верблюдовъ и переносить кладь на рукахъ черезъ вершину. Такъ проходятъ часы, пока не закончится этотъ убiйственный переходъ въ 1 — 2 версты.

Страшнѣе всего дюнная пустыня во время сильной бури.

Воздухъ тогда наполненъ мелкой пылью, затемненъ облаками песка. Дюны „дымятся". Ихъ очертанія сливаются съ желтоватымъ воздухомъ; все кажется въ движеніи. Съ ужасной силой порывы вѣтра бросаютъ острыя зерна песка во всѣ предметы, и путникъ съ пылающими лицомъ и руками, ослѣпленный пылью и пескомъ, кидается на землю и защищается одѣяломъ отъ ярости самума. Массы песка во время бури переносятся съ мѣста на мѣсто, и несомнѣнно, дюны обязаны своимъ происхожденіемъ и формой вѣтру. Можно легко убѣдиться, что каждая возвышенность почвы, каждая глыба скалы и даже тлѣющій скелетъ верблюда или отдѣльный кустикъ сухого растенія пустыни служатъ причиной возникновенія новаго песчанаго холма. Разъ уже образовался подобный холмикъ, то вѣтеръ подгоняетъ къ нему новый матеріалъ; зернышки песка вкатываются вѣтромъ наверхъ съ подвѣтренной стороны, перекидываются въ концѣ-концовъ черезъ гребень дюны и падаютъ внизъ, расширяя такимъ образомъ поперечный разрѣзъ дюны. Только при особенно благопріятныхъ условіяхъ и теперь еще, можетъ быть, возникаютъ новые большіе хребты дюнъ, потому что уже существующіе хребты служатъ „собирателями" перегоняемаго вѣтромъ летучаго песка и тѣмъ постоянно увеличиваютъ свой объемъ. Пусть внѣшняя форма дюны немного измѣняется, пусть болѣе мелкія дюны передвигаются со своего мѣста,—коренныхъ измѣненій повидимому, не происходитъ. Всѣ крупныя группы дюнъ, лежащихъ на караванныхъ путяхъ Сахары, имѣютъ свои названія и съ точностью узнаются арабами, даже спустя много лѣтъ.

Въ большомъ песчаномъ морѣ Ливійской пустыни растительная и животная жизнь почти совершенно прекращается. Можно странствовать въ теченіе многихъ дней, не видя ни одного жалкаго растенія пустыни, не слыша крика птицы или жужжанія насѣкомаго. Однако „эргъ" вообще не представляетъ собою безплодной формы пустыни. Въ западной Сахарѣ, гдѣ два или три раза въ году обильные дожди увлажняютъ почву, послѣ такихъ дождей какъ бы по волшебству выростаетъ зеленая, украшенная пестрыми цвѣтами растительность, которая, однако, быстро замираетъ подъ палящими лучами солнца. Часто влага собирается въ небольшихъ углубленіяхъ и даетъ возможность существовать постоянной растительности, такъ что лучшія пастбища въ сѣверо-западной Сахарѣ находятся въ области „арэгъ".

8. Дѣятельность вѣтра въ лёссовой степи.

Въ китайской лессовой степи горы обнажены. Голыя скалы стоятъ на большомъ протяженіи, и гдѣ онѣ покрыты мелкимъ обломочнымъ матеріаломъ, тамъ можно видѣть скудную сухую травяную растительность. Поэтому вѣтеръ со всей силой дѣйствуетъ на поверхность почвы и сметаетъ частицы, образовавшіяся отъ вывѣтриванія. Болѣе крупныя частицы уносятся недалеко,—онѣ остаются лежать въ ближайшихъ углубленіяхъ; а болѣе мелкія частицы вѣтеръ уноситъ съ собою въ даль и отлагаетъ тамъ, но все-таки въ предѣлахъ степи. Однако и ихъ также сметаетъ буря. Тамъ, гдѣ низкій растительный покровъ гуще, только немногія составныя части могутъ быть унесены вѣтромъ, а тамъ, гдѣ его совсѣмъ нѣтъ или гдѣ онъ вслѣдствіе отсутствія дождя высохъ,—тамъ, въ зависимости отъ твердости грунта, отрывается большее или меньшее количество частицъ; и всякое разрыхленіе поверхности,—происходитъ ли оно вслѣдствіе растрескиванія почвы отъ мороза, или отъ копыта газели или дикаго осла, или отъ прохожденія каравана,—будетъ содѣйствовать сносу. Это ясно видно въ лёссовыхъ областяхъ. Колеса повозокъ и копыта вьючныхъ животныхъ разрыхляютъ грунтъ дороги; вѣтеръ уноситъ пыль, образуя углубленіе въ видѣ лощины, которая съ теченіемъ времени достигаетъ глубины въ 7—15 саж. Часто дорога, идущая по замощенному грунту, спускается въ подобную лощину, затѣмъ на протяженіи нѣсколькихъ верстъ держится на днѣ ея, а затѣмъ также круто опять подымается въ вышину. Плугъ земледѣльца, если вскорѣ послѣ его работы не наступитъ дождя, часто служитъ причиной того, что послѣдующіе вихри массами подымаютъ со вспаханнаго поля пыль; у многихъ укрѣпленій сѣвернаго Китая стѣны стоятъ съ обнаженнымъ фундаментомъ вслѣдствіе того, что земля, въ которую онъ былъ углубленъ, унесена вѣтромъ въ видѣ пыли.

Всѣ эти и другія причины производятъ столь характерную для Центральной Азіи, а еще болѣе для лёссовыхъ областей, „пылевую атмосферу“. Даже при отсутствіи вѣтра воздухъ въ теченіе многихъ дней желтъ и непрозраченъ, солнце является въ видѣ маленькаго голубоватаго диска. Эти явленія хорошо извѣстны посѣтителямъ Тянь-Дзиня и Пекина, а въ особенности тому, кто путешествовалъ по сѣверо-западнымъ провинціямъ Китая. Во время „пылевыхъ бурь“ вѣтеръ дуетъ изъ

Центральной Азіи. Когда онъ успокоится, то все оказывается покрытымъ тонкимъ желтоватымъ слоемъ пыли. Въ Шензи только изрѣдка воздухъ бываетъ яснымъ и прозрачнымъ, весь ландшафтъ имѣетъ желтый тонъ. Улицы, дома, деревья и поля, даже люди, которыхъ встрѣчаешь на улицѣ, и самый воздухъ,— все однообразно желто окрашено. Желтое—священный для китайца цвѣтъ, символъ земли и аттрибутъ императорской власти надъ всѣмъ, что находится на землѣ. Это цвѣтъ лёсса и лёссовыхъ земель, въ которыхъ этотъ народъ получилъ свое развитіе.

Однако лёссовыя обнаженія встрѣчаются не только въ сѣверномъ Китаѣ, а также въ Центральной Азіи. Здѣсь немало помогаетъ степной вѣтеръ, который при менѣе значительныхъ обнаженіяхъ почвы приводитъ атмосферу къ такому состоянію. Часто раздаются жалобы путешественниковъ на желто окрашенный воздухъ, затемняющій виды. Объясненіе этого затемненія, а также и экономическаго значенія пыли въ построеніи почвы даетъ Джонсонъ въ своемъ описаніи страны Хотанъ.

„Почва этой мѣстности,—говоритъ онъ,—большею частью песчаная и совсѣмъ не содержитъ камней. Она очень плодородна и обязана этимъ тому, что мелкій песокъ приносится воздушными теченіями изъ пустыни и отлагается на равнинахъ. Я много разъ наблюдалъ это явленіе во время своего пребыванія въ Ильчи. Даже когда не было никакого вѣтра, вся атмосфера была такъ густо наполнена пылью, что я въ полдень долженъ былъ зажигать огонь, чтобы читать крупную печать. Пыль была очень мелка, свѣтло-желтаго цвѣта и походила на глину, растертую въ порошокъ. Мѣстные жители говорятъ, что это отложеніе пыли полезно для почвы, какъ навозъ, и что безъ пыли не росло бы никакой растительности“.

Подобное же описаніе, хотя и безъ важнаго послѣдняго добавленія, даютъ и другіе путешественники, посѣщавшіе Восточный Туркестанъ и восточную Монголію. Ясно, что преобладающая масса этой атмосферной пыли взята изъ почвы, и лишь незначительная часть состоитъ изъ матеріала, оторваннаго отъ скалъ, хотя первоначально всѣ частицы пыли происходили изъ вывѣтрившихся горныхъ породъ.

Въ то время, какъ при отложеніи лёссовой пыли одна часть падаетъ на почву, покрытую растительностью, задерживается ею и, такимъ образомъ, повышаетъ поверхность, другая—от-

лагается въ мѣстахъ, гдѣ ее смываетъ дождь и или опять распредѣляетъ по степи, или сноситъ въ рѣчки, которыя въ свою очередь отлагаютъ ее въ соленыхъ озерахъ; третья часть отлагается въ пустынѣ или на скалахъ, откуда при послѣдующихъ вѣтрахъ она снова сдувается. Такимъ образомъ, конечный путь пыли—или соленое озеро, или поросшая травою степь. Въ этомъ пространственномъ ограниченіи кроется громадная геологическая роль пыли степныхъ областей, такъ какъ оно ей позволяетъ скопляться въ мощное самостоятельное образованіе—лёссъ. Хотя возвышеніе поверхности ежегодно составляетъ только одинъ или нѣсколько миллиметровъ, но тѣмъ не менѣе въ теченіе тысячелѣтій оно суммируется въ весьма значительную величину.

Дополненіе къ стр. 189.

Изъ палеолитическихъ древностей Евр. Россіи заслуживаютъ вниманія многочисленныя кремневыя орудія, остатки дерева, обработаннаго человѣкомъ, расколотыя кости и зубы мамонта, найденные подъ Кіевомъ на мѣстѣ „стоянки“ (т.-е. поселенія) доисторическаго человѣка. Эта стоянка относится къ числу наиболѣе древнихъ слѣдовъ человѣка въ Россіи. Извѣстны находки каменныхъ орудій возлѣ села Карачарова, Владим. губ., въ с. Костенкахъ, Ворон. г., въ с. Мезинѣ, Черниг. г., въ кѣлецкихъ пещерахъ и пещерахъ Крыма. Находки неолитическаго вѣка въ Россіи довольно многочисленны. Каменныя, костяныя и деревянныя издѣлія и черепки глиняной посуды случайно находятъ въ лѣсахъ и торфяникахъ, по берегамъ рѣкъ и озеръ на всемъ пространствѣ Европ. Россіи отъ Бѣлаго моря до Крыма и отъ Польши до Урала. Сравнительно рѣдко попадаются стоянки неолитическаго человѣка. Одна изъ такихъ стоянокъ была найдена около Мурома на берегу р. Велетьмы у дер. Волосово. По найденнымъ орудіямъ, утвари, кухоннымъ остаткамъ, могиламъ и пр. можно составить довольно ясное представленіе о бытѣ тогдашняго населенія.

Дополненіе къ перев.